3 1761 07882297 0

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

O. Janson

Das Meer

seine Erforschung und sein Leben

Dritte Auflage

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig

Die Sammlung
„Aus Natur und Geisteswelt"

verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, und dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten, und ihn dadurch zu einem selbständigen Urteil über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten zu befähigen.

Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befasse. Es kommt nur darauf an, daß jeder an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften eine Einführung in die einzelnen Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische.

In den Dienst dieser mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt. Andererseits hat dem der Erfolg entsprochen, so daß viele der Bändchen bereits in neuen Auflagen vorliegen. Damit sie stets auf die Höhe der Forschung gebracht werden können, sind die Bändchen nicht, wie die anderer Sammlungen, stereotypiert, sondern werden — was freilich die Aufwendungen sehr wesentlich erhöht — bei jeder Auflage durchaus neu bearbeitet und völlig neu gesetzt.

So sind denn die schmucken, gehaltvollen Bände durchaus geeignet, die Freude am Buche zu wecken und daran zu gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt" vereinigt.

Die meist reich illustrierten Bändchen sind
in sich abgeschlossen und einzeln käuflich

Werke, die mehrere Bändchen umfassen, auch in einem Band geb.

Jedes Bändchen geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Leipzig **B. G. Teubner**

Erd- und Völkerkunde. Geologie. Astronomie.

Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)

Natur und Mensch. Von Prof. Dr. M. G. Schmidt. (Bd. 458.)

Der Mensch der Urzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 62.)

Entwicklungsgeschichte des Menschen. Von Dr. A. Heilborn. Mit 59 Abb. (Bd. 338.)

Die geistige Kultur der Naturvölker. Von Prof. Dr. K. Th. Preuß. Mit 9 Abb. (Bd. 452.)

Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)

Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Hassert. 3. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)

Politische Geographie. Von Dr. E. Schöne. (Bd. 353.)

Wirtschaftliche Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. K. Dove. (Bd. 122.)

Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. K. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)

Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)

Ostseegebiet. Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)

Die Alpen. Von H. Reishauer. Mit 26 Abb. und 2 Karten. (Bd. 276.)

Island, das Land und das Volk. Von Prof. Dr. P. Herrmann. Mit Abb. u. Karten. (Bd. 461.)

Der Orient. Eine Länderkunde. Von E. Banse. 3 Bände. Mit zahlr. Abb. u. Karten. (Bd. 277, 278, 279, auch in 1 Bd. geb.)

Bd. I: Die Atlasländer. Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abb., 10 Kartenskizzen, 3 Diagrammen u. 1 Tafel. (Bd. 277.)

Bd. II: Der arabische Orient. Mit 29 Abb. und 7 Diagrammen. (Bd. 278.)

Bd. III: Der arische Orient. Mit 34 Abb., 3 Kartenskizzen und 2 Diagrammen. (Bd. 279.)

Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 26 Abb. und 2 Karten. (Bd. 98.)

Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen. Im Lichte der Erdkunde dargestellt. Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)

Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)

Südamerika. Von Prof. Dr. F. Regel. Mit Abb. (Bd. 444.)

Die deutschen Salzlagerstätten. Von Dr. C. Riemann. Mit 29 Abb. (Bd. 407.)

Unsere Kohlen. Von Bergassessor P. Kukuk. Mit 60 Abb. (Bd. 396.)

Die Metalle. Von Prof. Dr. K. Scheid. 3. Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)

Das Meer, seine Erforschung und sein Leben. Von Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 40 Abb. (Bd. 30.)

Aus der Vorzeit der Erde. Von Prof. Dr. Fr. Frech. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 207—211, 61, auch in 1 Bd. geb.)

Bd. I: Vulkane einst und jetzt. Mit 80 Abb. (Bd. 207.)

Bd. II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abb. (Bd. 208.)

Bd. III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.)

Bd. IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.)

Bd. V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (Bd. 211.)

Bd. VI: Gletscher einst und jetzt. 2. Aufl. (Bd. 61.)

Der Bau des Weltalls. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 4. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)

Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. Dr. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)

Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)

Probleme der modernen Astronomie. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. (Bd. 355.)

Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben. Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)

Die Sonne. Von Dr. A. Krause. Mit zahlr. Abb. (Bd. 357.)

Der Mond. Von Prof. Dr. J. Franz. Mit 31 Abb. (Bd. 90.)

Die Planeten. Von Prof. Dr. B. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)

GJ

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
30. Bändchen

Das Meer

seine Erforschung und sein Leben

Von

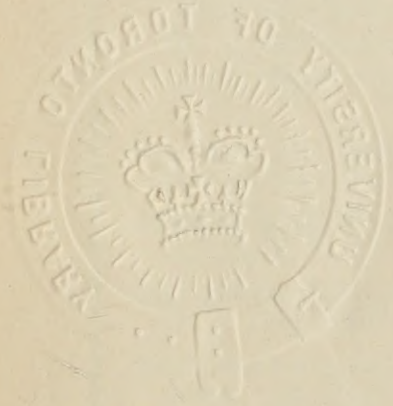
Prof. Dr. Otto Janson

Dritte Auflage
Mit 40 Abbildungen

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

565239
2. 7. 53

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1914



Copyright 1914 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Vorwort zur ersten Auflage.

Die letzten Dezennien des vergangenen Jahrhunderts haben die Blicke des deutschen Volkes mehr denn je aufs Meer hinaus gerichtet gesehen. Der wachsende Wohlstand unseres Vaterlandes und seine sich stetig mehrenden maritimen Interessen haben im Verein mit dem erfreulicherweise sich immer mehr hebenden Gefühl der nationalen Zusammengehörigkeit ihm die Pflichten vor Augen geführt, die das Stammland seinen in weiter Ferne wohnenden Gliedern gegenüber zu erfüllen hat. Die Aufgabe, deutschem Besitz, den Errungenschaften deutscher Tatkraft und Ausdauer eine feste Stütze zu geben, beginnt gerade in der letzten Zeit immer mehr als die Pflicht aller aufgefaßt zu werden, und daher rührt auch das Interesse, das die Weltmeere mit ihren in ihrer Tiefe ruhenden Geheimnissen sich in immer weiteren Volksschichten zu erobern beginnen. Waren früher die Ozeane das größte Hindernis für das Zusammenleben der Völker, so sind sie heute gerade die wichtigsten Vermittler für die Verbreitung von Handel und Verkehr, Kultur und Wissenschaft.

Die hier gegebenen Schilderungen der wichtigsten Erfolge der modernen Meeresforschung sind im allgemeinen aus Vorträgen zusammengestellt, durch die der Verfasser in den letzten Jahren zur Förderung der maritimen Bestrebungen unseres Volkes sein Scherflein beizutragen versucht hat. Der zur Verfügung stehende Raum war eng begrenzt, und die Hauptsorge betraf deshalb eine richtige Auswahl des schon jetzt äußerst umfangreichen Stoffes, der nach der Bearbeitung des von der letzten Deutschen Tiefsee-Expedition (1898/99) mitgebrachten Materials jedenfalls noch bedeutend anwachsen wird. Viele wichtige Punkte konnten daher auch nur mit einer kurzen Andeutung bedacht werden, und aus demselben Grunde mußten auch die vielen Fragen, deren endgültige Beantwortung späteren Jahrzehnten vorbehalten sein wird, sich mit einem kurzen Hinweis begnügen.

Dem Herrn Verleger spreche ich für die freundliche Bereitwilligkeit, mit der er dem Bändchen die Beigabe zahlreicher erläuternder Abbildungen ermöglicht hat, auch an dieser Stelle meinen Dank aus.

Köln, im Mai 1902.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Auch die vorliegende dritte Auflage lehnt sich eng an die erste an. Da aber die Ozeanographie und besonders auch die Lehre von der Verbreitung der Organismen in den Weltmeeren dank einer großen Reihe von wissenschaftlichen Expeditionen gerade in den letzten Jahren eine außerordentliche Förderung erfahren hat, war es nötig, einige Kapitel einer durchgreifenden Umarbeitung zu unterziehen und die neu aufgedeckten Tatsachen, soweit sie in den Rahmen des Bändchens passen, zu berücksichtigen und einzufügen. Für den Hinweis auf einige Ungenauigkeiten im Text der ersten Auflagen bin ich den Herren Rezensenten, die dem Büchlein eine so warme Empfehlung mit auf den Weg gegeben haben, zu Dank verpflichtet.

Köln, im November 1913.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht

		Seite
I.	Die Geschichte der modernen Meeresforschung und ihre Ziele	1
II.	Die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde; die Lotwerkzeuge und die Tiefen der Ozeane	9
III.	Die Oberflächenform des Meeresbodens und die Ablagerungen der Tiefsee	16
IV.	Die Temperaturverhältnisse der Ozeane	34
V.	Die horizontalen und vertikalen Bewegungen im Meerwasser	43
VI.	Licht und Druck in der Tiefsee, Bestandteile, Dichte und Farbe des Meerwassers	56
VII.	Netze und andere Fangwerkzeuge	65
VIII.	Die Pflanzen des Meeres	68
IX.	Die Tiere des Meeres	76
X.	Anpassungserscheinungen bei den Meerestieren	93
Schluß		112

I. Abschnitt.

Die Geschichte der modernen Meeresforschung und ihre Ziele.

Es ist leicht erklärlich, weshalb unter den die Erde bewohnenden Nationen gerade die Küstenvölker, die ihr Leben lang das ewige Meer vor Augen haben, die es kennen in seiner majestätischen Ruhe und seiner alles zerstörenden Macht, die als Fischer oder Seeleute ihm ihren Unterhalt verdanken und in ihm eine nie versiegende Quelle von Wohlstand und Reichtum sehen, vor seiner Allmacht eine tiefe und heilige Scheu haben. Aber es wohnt in diesen Völkern, wie in der Menschheit überhaupt, von jeher neben der tiefen, anbetenden Ehrfurcht vor der Naturgewalt ein unendliches Sehnen nach der Ferne, nach dem Unbekannten. Je größer die Gefahr, desto größer der Reiz. Denn in der Ferne winken mit blendendem Glanz unendliche Werte, die dem Mutigen zufallen, der es wagt, die Hand danach auszustrecken, die ihn tausendfach entschädigen können für alle Mühsal und Gefahr. Diese Selbstsucht, dieses Suchen nach fernen Schätzen ist die Triebfeder fast aller Entdeckungsreisen gewesen, von den Meerfahrten der kühnen Phönizier bis zu denen unserer Zeit. Viele Jahrhunderte lang diente das Meer nur als Wasserstraße nach fernen Ländern und Gestaden. Aber dieselbe Sucht nach Gewinn trieb schon früh die Perlenfischer an den Küsten des Indischen Ozeans auch *hinein* in die unbekannte Tiefe des Meeres, und die armen Schwammsucher des Mittelmeeres trotzen nur aus diesem Grunde allen Entbehrungen und Gefahren; derselbe Egoismus hat auch die erste Anregung zur heutigen Tiefseeforschung mit ihren überraschenden Erfolgen gegeben.

An Anregungen hatte es bereits im Anfange des 19. Jahrhunderts nicht gefehlt; die moderne Meeresforschung nahm aber erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ihren Anfang. Es war im Jahre 1850. Die noch junge Lehre von der Elektrizität hatte die Erfindung des Telegraphen gezeitigt, der in weiter Ferne wohnende Völker im Augenblick in unmittelbare Berührung zu bringen imstande ist, und in dem genannten Jahre sollte die erste unterseeische Verbindung zwischen England und Frankreich hergestellt werden. Da man das leitende Kabel dem unbekannten Meeres-

grunde anvertrauen mußte, war man gezwungen, ihn vorher einer genauen Untersuchung zu unterwerfen, die manche bis dahin geltende Anschauung umwarf und neue und äußerst bemerkenswerte Tatsachen aus dunkler Nacht ans Tageslicht brachte. Weitere Forschungen in dieser Hinsicht im Norden des Atlantischen Ozeans durch das englische Schiff „Cyclop" hatten zur Folge, daß am 21. August 1858 das erste Wort an der Hand des Drahtes die geheimnisvollen Meerestiefen zwischen Irland und Neufundland blitzschnell durchlaufen und die frohe Nachricht von der glücklich vollzogenen telegraphischen Verbindung zweier Erdteile bringen konnte. Zwar sollte die Freude von nur kurzer Dauer sein, denn bald darauf stellte das Kabel für immer seine Tätigkeit ein; die Ursache der Störung konnte nicht mit Bestimmtheit festgestellt werden. Erst sieben Jahre später brachte der „Great Eastern" eine zweite Verbindung zwischen Europa und Amerika zustande. Heute liegen auf dem Boden der Meere Hunderttausende von Kilometern Kabel. Aber diese aus rein praktischen Beweggründen ins Werk gesetzten Unternehmungen hatten den dabei Beteiligten und vor allem den Gelehrten doch zur Genüge gezeigt, daß die geheimnisvolle Tiefe der Meere ein ganz anderes Bild aufweise als man bislang gemeint hatte. Fand man doch als man im Jahre 1860 das zerrissene Kabel zwischen Sardinien und Algier aus 3000 m Tiefe heraufholte, daß sich auf ihm in drei Jahren ganze Kolonien bisher unbekannter Tiere festgesetzt hatten! Den Engländern, schon damals dem an solchen Unternehmungen am meisten interessierten Volke, war es dank ihrer Flotte, ihrem Reichtum und ihrem Unternehmungsgeist vorbehalten, in den nächsten beiden Jahrzehnten das meiste zur Erforschung der Meerestiefen beizutragen. Männer wie Carpenter, Thomson, Murray und viele andere stellten ihre ganze Kraft in den Dienst der Tiefseeforschung, und die Regierung, sowie die das 200. Jahr ihrer Gründung feiernde „Royal Society" gaben die nötigen Mittel in freigebiger Weise dazu her. So wurde 1868 der kleine „Lightning" lediglich für die Tiefseeforschung ausgerüstet; er brachte zum ersten Male den Nachweis, daß in der Tiefe von ungefähr 1200 m noch ein reiches Tierleben vorhanden ist. Es folgten (1869—1870) die Fahrten des „Porcupine" im Atlantischen Ozean und im Mittelmeer, mit Carpenter und Wyville Thomson an Bord, von denen im Golf von Biscaya die ansehnliche Tiefe von 4453 m gelotet wurde. Zugleich brachten die Reisen so überraschende Beobachtungen hinsichtlich der Wärme-, Druck-, Boden- und biologischen Verhältnisse der Tiefsee mit, daß die englische Regierung beschloß, unter Aufwendung außerordentlicher Geldmittel — die Kosten der Ausrüstung und Reise be-

liefen sich auf mehr als 4 Millionen Mark — ein Schiff mit allen der Wissenschaft damals zu Gebote stehenden Hilfsmitteln für die Erforschung der Meere auszusenden. So wurde die „Challenger-Expedition" ins Leben gerufen. Das Schiff selbst, das ihr den Namen gegeben hat, war das Ideal eines Naturforschers. Da gab es alles und von allem das Beste und Vollkommenste, das Wissenschaft und Technik der damaligen Zeit den unternehmungsfreudigen Gelehrten mit auf die Reise geben konnte. Von diesen führte der oben genannte Wyville Thomson die Leitung, dem der Geologe Murray, der Physiker und Chemiker Buchanan und die Zoologen Moseley und v. Willemoës-Suhm zur Seite standen; letzterer erkrankte auf der Fahrt und mußte zehn Monate nach der Ausreise nach Seemanns Art auf den Boden des Meeres gebettet werden. Gegen Weihnachten 1872 fuhr der „Challenger" ab, kreuzte den Atlantischen Ozean mehrere Male und dampfte nach kurzem Aufenthalt in Kapstadt in das Südliche Eismeer und nach Australien. Dann ging's quer durch den Großen Ozean nach der Küste von Südamerika, von da durch die Magelhaensstraße und den Atlantischen Ozean in die Heimat, wo das Naturforscherschiff im Mai 1876 nach einer Abwesenheit von drei Jahren und vier Monaten glücklich wieder einlief. Und welche Menge von neuen Tatsachen, welche Fülle von überraschenden Beobachtungen, wieviel seltenes Material in Gläsern und Flaschen brachte es von dieser Reise mit! Da die Durchforschung dieser wertvollen Ausbeute von der Arbeitskraft eines einzelnen Forschers geradezu Unmögliches verlangt hätte, wurde der Stoff verteilt, und wir dürfen stolz sein, wenn wir hören, daß ein nicht geringer Teil zur Durcharbeitung in die Hände deutscher Gelehrter gelegt wurde, die diese ehrenvolle Aufgabe mit Liebe und Eifer, mit deutscher Gründlichkeit und Wissenschaftlichkeit auf das vortrefflichste erledigt haben. Dieser beispiellose Erfolg feuerte nun auch die anderen Kulturvölker zur Nachahmung an, die Vereinigten Staaten von Nordamerika (1873 bis 1880), die Skandinavier (1876—1878), die Italiener (1880) und endlich die Franzosen (1880—1882); alle konnten die Richtigkeit der vom „Challenger" gemachten Beobachtungen bestätigen und brachten eine reiche Ausbeute an neuem Material mit.

„Aber die Deutschen," so höre ich fragen, „wir Deutschen, wo blieben denn wir? Hatten wir denn gar keinen Sinn weder für die ideale Seite dieser Untersuchungen, noch für ihren großen praktischen Wert?" Die deutsche Wissenschaft hegte allerdings schon lange den Wunsch, sich an diesen Forschungsreisen zu beteiligen, und an deutschen Gelehrten, die sich ihnen begeistert gewidmet hätten, fehlte es, wie wir sahen, auch

nicht. Aber unsere Reichsflotte war noch klein, und jedes Schiff leider allzu nötig zu anderen Zwecken. Zwar wurde im Jahre 1874 die Kriegskorvette „Gazelle" für die Tiefseeforschung zweckentsprechend ausgerüstet; sie bereiste vom Sommer des genannten Jahres bis zum April 1876 unter der Führung von Kapitän v. Schleinitz den Indischen Ozean und stellte auf ihrer Fahrt nach den Kerguelen die Tiefenverhältnisse der von ihr durchkreuzten Gebiete fest, wobei zugleich physikalische und zoologische Untersuchungen angestellt wurden.

Die erste bedeutendere Fahrt eines deutschen Schiffes zur Erforschung des Meeres war aber die sogenannte „Plankton-Expedition" (1889). Das Wort „Plankton" ist eine Neubildung von Professor Hensen, dem wissenschaftlichen Leiter dieser Unternehmung. Hatte man bei den bisherigen Untersuchungen das Hauptaugenmerk auf die Verhältnisse der Tiefsee gerichtet, die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Tiefenwassers, die Gestaltung des Meeresbodens und die eigenartigen Bewohner der Meerestiefen kennen zu lernen gesucht, so galt bei dieser Fahrt das Interesse in erster Linie den zahlreichen meist kleinen Lebewesen, die die oberflächlichen Wasserschichten bevölkern und sich dort schwebend aufhalten, ein Spiel von Wind und Wellen. Hensen hatte darauf hingewiesen, wie wichtig vom praktischen Gesichtspunkte aus eine Kenntnis von diesen Lebewesen des Plankton, von seiner Zusammensetzung nicht nur in qualitativer, sondern auch in quantitativer Beziehung, von seiner Verteilung in den Ozeanen und seiner Abhängigkeit von Wind und Wetter für die Hochseefischerei sei. Bilden doch diese Milliarden von winzigen Algen und tierischen Organismen für alle anderen Meeresbewohner die einzige Nahrung; von ihr leben die zahllosen kleineren Geschöpfe, und diese werden wieder von den größeren verzehrt. Es galt also die Menge dieser Oberflächenfauna und -flora festzustellen und die Gesetze ihrer Abhängigkeit von Wind und Wellen, von Strömungen und Klima zu ergründen. So wurde 1889 auf Anregung Hensens die „Deutsche Plankton-Expedition" ins Leben gerufen. Mitte Juli ging der „National" von Kiel aus in See. Während der Reise wurden im Atlantischen Ozean viele gut gelungene Schließnetzzüge ausgeführt. Außer den oben angegebenen Aufgaben wurden auch Untersuchungen über Windrichtung und -stärke, über Klima und Passate angestellt, über Farbe und Salzgehalt des Meerwassers und seine Wärmeverhältnisse, über die Meeresströmungen und ihre Abhängigkeit von Wind und Salzgehalt, alles Dinge, die offenbar für Verteilung und Verbreitung des Planktons von der größten Bedeutung sind. Wie überhaupt auf dem Gebiete der Wissenschaften, so ruft

auch auf dem der Meeresforschung eine einmal angeschnittene Frage hundert andere ins Leben. Die Anregung wirkte nicht nur auf andere Nationen belebend ein, sondern auch Führer von Handelsschiffen erboten sich, während ihrer Reisen Messungen und Studien in der neuen Richtung anzustellen, und Private trugen durch Geldspenden und persönliche Untersuchungen zur Lösung der zahlreichen Rätsel ihr Scherflein bei. Unter diesen ist vor allem Fürst Albert von Monaco zu nennen, der durch glückliche und erfolgreiche Reisen an der Lichtung des Dunkels, das früher über die Verhältnisse der Meerestiefen herrschte, sehr tätig gearbeitet hat. Seine ersten Reisen unternahm er 1885—1888 mit seiner Segeljacht „Hirondelle" in Begleitung der Zoologen Jules de Guerne und Richard; später benutzte er eigens für diese Zwecke ausgerüstete Segeldampfjachten; zahlreiche Fahrten folgten von Jahr zu Jahr. Dem Fürsten verdankt die Wissenschaft auch die sogenannte „Bathometrische Generalkarte", auf der alle geloteten Tiefen der Meere eingetragen sind.

Inzwischen ruhten auch andere Nationen nicht; von ihren Fahrten erwähne ich hier nur die österreichische „Pola"-Expedition zur Untersuchung der ozeanographischen Verhältnisse des Mittelmeeres und des Roten Meeres (1890—1894) und die des dänischen Kreuzers „Ingolf" (1895—1896) in den nordischen Gewässern um Island und Grönland. Die zahlreichen ungelösten Rätsel der Meerestiefen, das lebhafte Interesse, das deutsche Forscher diesem Gegenstande entgegenbrachten, die wachsenden maritimen Beziehungen unseres geeinigten Vaterlandes zeigten aber auch dem deutschen Volke immer mehr, daß es die moralische Verpflichtung habe, nun auch seinerseits zur Erforschung der Meere, für die andere Nationen schon so beträchtliche Opfer gebracht hatten, Bedeutendes beizutragen. Die Anregung dazu fand in maßgebenden wissenschaftlichen und regierenden Kreisen einen fruchtbaren Boden, und dank dem lebhaften Interesse unseres Kaisers für alle Fortschritte des deutschen Volkes, besonders für solche auf dem Gebiete der Seeschiffahrt, und dank der Freigebigkeit des Reichstags — auch das Reichsamt der Marine und das des Innern steuerten zu den Kosten bei — konnte so im Jahre 1898 die Aussendung der „Deutschen Tiefsee-Expedition" unter der wissenschaftlichen Leitung des Leipziger Professors Dr. C. Chun erfolgen. Wir wollen ihr auf ihrem Reiseweg einmal folgen und die dabei erreichten wissenschaftlichen Erfolge in großen Zügen vorführen.

Es war am 1. August 1898, als die „Valdivia", ein der Hamburg-Amerika-Linie gehöriger Dampfer, mit allem wohl ausgerüstet, was

zur Erreichung der weitgesteckten Ziele nötig war, und mit den Teilnehmern der Expedition den Hamburger Hafen verließ. Die „Valdivia" war 107 m lang und hatte eine Wasserverdrängung von 3000 t. Ihr Vorderraum war für Fischereizwecke umgestaltet, der hintere Teil für ozeanographische Arbeiten bestimmt. Dabei war alles auf das praktischste eingerichtet; am Bord befand sich eine elektrische und eine Dampfmaschine für Lot- und Fangzwecke, und außer den für die Tiefseeforschung nötigen Apparaten eine genügende Anzahl von Ersatzstücken. In erster Linie trachtete man nach der Lösung biologischer Fragen. Was bildet die Nahrung der Tiefseetiere? Findet wirklich eine Wanderung der Meeresbewohner von Pol zu Pol statt, und, wenn das der Fall ist, wo und wann geht sie vor sich, auf dem Meeresboden oder an der Oberfläche? Dann galt es ferner die eigenartige Tierwelt kennen zu lernen, die sich beim Zusammentreffen verschieden warmer Meeresströme, wie z. B. südlich vom Kap der Guten Hoffnung, vorfindet, die eigentümlichen Leucht- und Sinnesorgane und andere Anpassungserscheinungen der Tiefseetiere zu studieren und vieles andere mehr. Kurz, an Arbeit sollte es nicht fehlen. Zunächst ging die Reise von der Elbmündung nach Norden; die ersten Tage wurden dazu benutzt, die Leistungsfähigkeit der mitgenommenen Geräte zu erproben und die Bewohner des Naturforscherschiffs mit ihrer Handhabung völlig vertraut zu machen. Dann wurde das Grundnetz zwischen Island und Schottland in das kalte Tiefenwasser über dem Thomsonrücken, eine Erhebung des Meeresbodens, die bis zur Höhe von 500 m unter dem Meeresspiegel steigt und das kalte Polarwasser von dem wärmeren des Atlantischen Ozeans trennt, versenkt; es brachte schon hier eine große Menge von Tiefseetieren, vor allem von Schwämmen, ans Tageslicht. Daneben wurde mit dem Plankton- und dem Schließnetz gefischt; auch über den Bakteriengehalt des Meerwassers in großen Tiefen konnten neue Tatsachen festgestellt werden. Dann ging die Fahrt nach Süden, an den Azoren vorbei nach Teneriffa und von da nach Westafrika und in das Gebiet des Guinea- und Südäquatorialstromes bis nach Kamerun. Eine Lotung wenige Meilen südlich vom Äquator ergab eine Tiefe von fast 5700 m bei einer Bodentemperatur von 1,9° C. Um die Abnahme der Wärme mit zunehmender Wassertiefe festzustellen, wurden die Temperaturen des Wassers in bestimmten Abständen gemessen, daneben chemische, ozeanographische, biologische und bakteriologische Untersuchungen ausgeführt. Ein besonderes Interesse wurde der Fortsetzung der Hensenschen Untersuchungen der Planktonfauna und -flora und den Bewohnern der mittleren Wasserschichten unterhalb der

Tiefenlinie von 600 m zugewandt. Es stellte sich heraus, daß das Schließnetz manche Tiere wie Fische, hochrote Krebstiere, Hohltiere, Seewalzen u. a. an die Oberfläche brachte, die man vordem nur als Bodenbewohner gekannt hatte. Im Kamerungebiet und im weiteren Verlauf der Fahrt entlang der westafrikanischen Küste wurden auch einzelne Ausflüge in das Innere des Landes unternommen. In der Großen Fischbucht, die bei einer Länge von 20 Seemeilen bis zum äußersten Ende schiffbar ist, galt das Augenmerk in erster Linie den Nutzfischen, denen der aus Süden kommende kalte Benguelastrom eine riesige Menge von Nährorganismen zuführt. Sie gilt als Hauptlaichplatz für die Fische dieses Teils des Atlantischen Ozeans, und die Menge der mit Angeln und Netzen heraufgeholten Tiere war so groß, daß ein Boot durch die Unmasse der Fische fast zum Sinken gebracht wurde. Auf der Fahrt zwischen der Großen Fischbai und Kapstadt geriet das Vertikalnetz in 2000 m Tiefe auf eine bisher unbekannte Bank, von der das niedergelassene Schleppnetz eine große Anzahl Tiefseetiere heraufholte, die man vorher hauptsächlich als Bewohner der Oberflächenschicht gekannt hatte. In Kapstadt war der erste Teil der Reise beendet. Ein Ausflug nach der Bank bei Kap Agulhas brachte eine neue Überraschung, denn das Scharrnetz förderte zum Erstaunen der Teilnehmer von dem felsigen, durchschnittlich nur 100 m unter dem Meeresspiegel liegenden Grunde eine Anzahl Tiere ans Tageslicht, die eine auffallende Ähnlichkeit mit bekannten nordischen Formen hatten. Von Kapstadt wurde ein Vorstoß in das antarktische Gebiet unternommen, bei dem die vor einem Jahrhundert entdeckte, seit 75 Jahren aber nicht wieder besuchte vulkanische und eisbedeckte Bouvet-Insel wieder aufgefunden wurde. Die Lotungen, die im weiteren Verlauf der Reise gemacht wurden, zeigten, daß das Antarktische Meer durchaus nicht ein so seichtes Becken ist, wie man bislang angenommen hatte; Tiefen von 5000 bis 6000 m wurden wiederholt gelotet. Der südlichste Punkt wurde bei 64° 14′ erreicht. Am Weihnachtstage 1898 wurden die Kerguelen angelaufen, wo die durch keine menschlichen Bewohner scheu gemachten See-Elefanten und Robben den Nimroden unter der Gesellschaft gute Beute lieferten. Dann ging's über Neu-Amsterdam und die Kokos-Inseln nach Padang an der Südwestküste von Sumatra. Jenseits der ihr vorgelagerten Inseln, die durch seichtes Meer getrennt sind, macht sich ein bedeutender Steilabfall in den Indischen Ozean bemerkbar; 52 Seemeilen von der Insel Nias fand das Lot erst bei 5 700 m Grund. Von da fuhr die „Valdivia" nördlich zu den Nikobaren, wo zwei Dredschzüge zum Teil absonderliche Formen der Tiefsee- und Flach-

seefauna heraufbrachten, Fische, Krebse, Seespinnen, Seesterne und Seegurken und vieles andere. Von Ceylon wurde über die Malediven und Chagos-Inseln, die auf einem unterseeischen Rücken, der den westlichen Teil des Indischen Ozeans begrenzt, liegen, nach den Seychellen gedampft, in deren Nähe die für diese Meere bisher bekannte tiefste Stelle von 5071 m gelotet wurde. Nachdem dann unsern ostafrikanischen Landsleuten in Dar es Salaam ein Besuch abgestattet war, wurde die Heimreise angetreten, und am 30. April lief die „Valdivia" glücklich wieder in die Elbe ein, wo ein begeisterter Jubel die Mitglieder der Deutschen Tiefsee-Expedition empfing. Die Menge der Lotungen und Messungen, die in den Tabellen niedergelegt sind, das in Gläsern gesammelte Material von Meeresorganismen, das die Fahrt geliefert hat, ist außerordentlich groß und stellt den Teilnehmern und ihrem rastlosen Fleiß ein ehrendes Zeugnis aus.

Seit der Rückkehr der Deutschen Tiefsee-Expedition sind nun eine ganze Reihe neuer Forschungsreisen ausgesandt worden, die unsere Kenntnisse über viele Verhältnisse bedeutend erweitert haben. Viele von diesen Fahrten hatten allerdings in erster Linie eine Förderung unserer Anschauungen über die eisbedeckten Polarländer im Norden im Auge, so die berühmte Fahrt Nansens, die Reisen des Prinzen Luigi von Savoyen auf der „Stella Polare", Nathorsts, Sverdrups, Pearys u. a.; ein besonderes Interesse ward besonders den antarktischen Gewässern zuteil, wo in den letzten Jahren viele große Expeditionen tätig waren, die „Deutsche Südpolarexpedition" unter E. von Drygalski auf dem Schiffe „Gauß", die Schweden auf der „Antarctic" unter Nordenskjöld, die Engländer auf der „Discovery" unter Scott, die Schotten auf der „Scotia" unter Bruce, die Expedition des Franzosen Charcot und die Borchgrevinks u. a. Aber auf allen diesen Reisen und den späteren Polarunternehmungen bis in die heutige Zeit der Entdeckung des Südpols durch Amundsen (1912), die im einzelnen anzuführen zu viel Raum in Anspruch nehmen würde, haben auch eingehende Untersuchungen der ozeanographischen Verhältnisse der bereisten Gebiete stattgefunden, und so haben sich heutzutage unsere Kenntnisse von diesen Verhältnissen außerordentlich vertieft. Dazu sind nach dem Vorbilde der Deutschen Zoologischen Station in Neapel im Laufe der Zeiten einige Dutzend andere biologische Stationen an den verschiedensten Küsten gegründet worden, die außerordentlich viel zur Aufklärung beigetragen haben. Endlich sind noch zu erwähnen zahlreiche kleinere Fahrten, die in erster Linie praktische Gesichtspunkte verfolgten und im Dienste der Hochseefischerei tätig waren, und über Laichstätten, Wanderung

und Ernährungsverhältnisse der hauptsächlichen Nutzfische Aufklärung geben sollten. Die einzelnen an der Hochseefischerei interessierten Staaten stellten besonders gebaute und ausgerüstete Fahrzeuge in den Dienst, die ständig die einschlägigen Fragen zu beantworten bestrebt sind und Jahr für Jahr die Fischgründe bereisen. Die deutsche Hochseefischerei wird heute auf 219 Fischdampfern betrieben; von diesen sind fast die Hälfte (112) in der Wesermündung beheimatet. Geestemünde und Bremerhaven sind unsere größten deutschen Hochseefischereiplätze; daneben kommen noch Bremen, Hamburg, Altona und Cuxhaven in Betracht. Im Gegensatz zur Heringfischerei hat sich die Hochseefischerei ohne wesentliche staatliche Unterstützung entwickelt und ist in sehr kurzer Zeit zu beträchtlicher Höhe gelangt. Bis zum Jahre 1884 wurde lediglich auf Segelschiffen gefischt; in diesem Jahre verließ der erste deutsche Fischdampfer, den der Geestemünder Fischhändler Busse ausgerüstet hatte, die Weser. Diese Fischdampfer, deren Einrichtungen in den letzten Jahrzehnten immer mehr verbessert wurden, sind kleine, aber festgebaute Fahrzeuge von 36 bis 40 m Länge, die eine Besatzung von 10 bis 12 Mann haben. Sie gehen oft weit nach Norden in die Polarwässer, wo die Fischerei noch erträglicher ist als in näheren Gebieten. Gefischt wird mit dem Scherbrettnetz, einem trichterförmigen Schleppnetz, das wie ein plattes Riesenmaul aussieht, etwa 40 m Länge und eine etwa ebenso breite Öffnung hat; nachdem das Netz mehrere Stunden über den Boden geschleppt worden ist, wird es heraufgewunden und die brauchbaren Fische sofort geschlachtet, ausgenommen und in die Eisräume gebracht. Der Umsatz im Geestemünder Fischereihafen betrug im Jahre 1909 nicht weniger als 60 Millionen Pfund Seefische.

Die Mannigfaltigkeit und Vielseitigkeit aller ozeanographischen Fragen verlangte aber immer mehr nach einer streng und einheitlich durchgeführten Methodik. Diese wurde neuerdings nach dem Grundsatze der Arbeitsteilung durch internationale Abmachungen geschaffen und läßt eine reiche Förderung aller Arbeiten erhoffen. Der Gedanke gemeinsamer Arbeit nach methodischen Richtlinien führte auch zur Gründung einer Internationalen Kommission für Meeresforschung, deren Arbeit sich in erster Linie auf die nordischen Meeresteile erstreckt.

II. Abschnitt.

Die Verteilung von Wasser und Land auf der Erde; die Lotwerkzeuge und die Tiefen der Ozeane.

Ein Blick auf eine Erdkarte zeigt uns, daß die Fläche des Meeres die des Landes bei weitem übertrifft. Heute wissen wir, daß rund $^5/_8$

unserer Erdoberfläche unter den Fluten des Meeres begraben sind und nur $^3/_8$ von festem Lande gebildet werden (Abb. 1). Die Feststellung genauer Zahlen begegnet natürlich großen Schwierigkeiten; gewöhnlich nimmt man die Tiefenlinie von 200 m als die Grenze zwischen Meer und Festland an. Karstens hat für die einzelnen Ozeane folgende Zahlen ermittelt:

Großer Ozean	161 137 000 qkm	Oberfläche
Atlantischer Ozean	79 776 000 „	„
Indischer Ozean	72 536 000 „	„
Nördliches Eismeer	12 563 000 „	„
Südliches Eismeer	15 630 000 „	„
Zusammen	341 642 000 qkm	Oberfläche.

Da Karstens die Oberfläche der Binnenmeere mit 30 748 000 qkm berechnet hat, so ergibt sich eine Gesamtfläche von 372 390 000 qkm Wasserbedeckung, der rund 135 500 000 qkm festen Landes gegenüberstehen, also weniger als der dritte Teil. Nach Wagner und Krümmel beträgt das Verhältnis der wasserbedeckten Fläche zu der des trockenen Landes 2,54 : 1. Ebenso falsch waren früher die Ansichten über die Tiefe der Weltmeere, die man einfach für unergründlich hielt. Diese irrige Ansicht hatte sich gebildet auf Grund falscher, mit unvollkommenen Apparaten ausgeführter Lotungen; bevor wir über die Tiefe der Meere sprechen, müssen wir deshalb kurz auf die zu ihrer Ausmessung nötigen Werkzeuge eingehen.

Die Tiefe eines Gewässers zu messen, sollte man meinen, ist doch eine sehr einfache Aufgabe. Man braucht ja nur ein Seil mit einem Gewicht so tief hinabzulassen, bis es auf den Grund stößt. Mit diesem einfachen Apparat, einem höchstens 360 m langen und mit einem zwölfpfündigen Gewicht beschwerten Handlot, dessen Hanfseil ungefähr die Dicke eines Daumens hatte, wurden von alters her die Tiefenmessungen besonders in den Küstengewässern ausgeführt; aber sie lieferten alle mehr oder weniger falsche Ergebnisse, da das Gewicht bei etwa vorhandenen Strömungen nicht ausreichte. Was für Fehler auch bei Anwendung längerer Lotleinen bei früheren Messungen vorkamen, geht daraus hervor, daß der englische Seefahrer Denham bei Tristan da Cunha eine Tiefe von 14 092 m gefunden zu haben glaubte; er beging dabei einen Fehler von rund 9000 m! Der Grund lag eben darin, daß man bei der zunehmenden Tiefe nicht mehr das Aufstoßen des Gewichtes bemerken konnte oder aber nicht mit den unterseeischen Strömungen gerechnet hatte, die stark genug sind, das Gewicht zur Seite zu drücken und das Lot ins Treiben zu bringen. Leistet deshalb ein solches Handlot noch heute wohl

dem Seefahrer, dem es die gefahrbringenden Untiefen anzeigt, gute Dienste, so ist es für die Messung großer Tiefen nicht zu gebrauchen. Es galt zunächst, die Gewichte zu vergrößern und dadurch das Abtreiben zu verhindern; der Umstand ferner, daß es bei Messungen größerer Tiefen, wie oben gesagt wurde, nicht immer leicht ist, an Bord das Aufstoßen des Gewichtes auf den Grund des Meeres sicher wahrzunehmen, führte Brooke (1854) zur Erfindung des noch heute mit einigen Abänderungen benutzten Tiefseelotes. Das Lot Brookes bestand im Prinzip aus einer schweren Eisenkugel, die durchbohrt ist und auf einer hohlen Stange gleitet. Die Kugel ist an dieser so befestigt, daß beim Aufstoßen der Röhre auf den Grund durch einen Hebelmechanismus die Schnur, durch die die Kugel gehalten wird, sich löst, so daß letztere abfällt und die dadurch bewirkte Entlastung an Bord deutlich zu fühlen ist. Zugleich hat ein selbstschließendes Ventil eine Probe des Meeresgrundes aufgenommen. Die im Laufe der Jahre an diesem Tiefseelot vorgenommenen Verbesserungen bestehen in erster Linie darin, daß seit A. Agassiz an die Stelle der Hanfleine der festere und leichtere, durch Billigkeit und Handlichkeit ausgezeichnete Stahldraht trat, der heute von einer Trommel mit Zählvorrichtung abgewickelt wird, und daß heute je nach der zu erwartenden Tiefe mehrere ringförmige Gewichte auf die Röhre geschoben werden (Baillies Tiefseelot, 1868, Abb. 2). Auf je 1800 m Tiefe rechnet man je einen solchen Eisenring von ungefähr einem Zentner Gewicht. Das Aufstoßen der Gewichte zeigt ein Dynamometer mit Federzug an, oder, bei größeren Tiefen, eine Einrichtung, die im Augenblick, wo der Zug aufhört, automatisch die Lotmaschine zum Stillstehen bringt. Da ferner plötzliche Schwankungen und Rucke leicht ein Zerreißen des Drahtes herbeiführen, läßt man letzteren an Bord über eine Rolle gleiten, die an einem System von federnden Spiralen (Akkumulator) aufgehängt ist (Sigsbees Lotmaschine). Trotzdem kommen Verluste häufig vor. Als man auf der „Deutschen Tiefsee-Expedition" mit einem neuen Apparate eine Lotung zwischen Ceylon und den Malediven ausführte und bei 4454 m Tiefe Grund fand, riß beim Hinaufwinden der neue Stahldraht, so daß

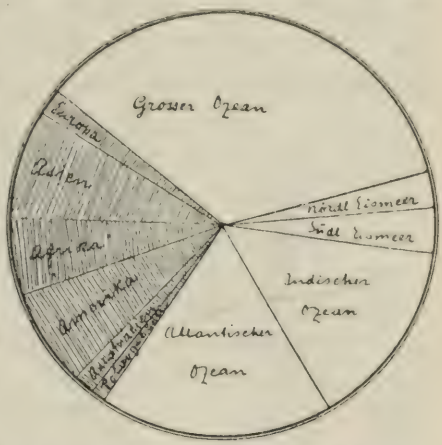


Abb. 1. Die Verteilung von Wasser und Land auf der Oberfläche der Erde.

3200 m samt Thermometern, Lotröhre und den Wasserschöpfapparaten verloren gingen. Mehrere andere Lotapparate sind erfunden und mit gutem Erfolg benutzt worden, deren Beschreibung hier zu viel Raum in Anspruch nehmen würde. Ein Lotwerkzeug besonderer Art ersann Thomson, der Leiter der Challenger-Expedition. Eine durch eine Messinghülse gegen das Zerdrücktwerden geschützte und nur unten offene Glasröhre wird in das Wasser hinabgelassen; je tiefer sie sinkt, desto mehr wird die Luft in ihr durch den Wasserdruck zusammengepreßt werden, und desto höher wird in ihr das Wasser steigen. Die Veränderung, die ein in der Röhre angebrachter Belag von Silberchromat durch das Seewasser erlitten hat, läßt erkennen, wie weit dieses in ihr gestiegen ist, und gestattet so einen Rückschluß auf die von dem Apparate erreichte Tiefe. Es hat sich aber gezeigt, daß die hiermit (auch nach der Verbesserung des Apparates durch Rung) erzielten Resultate nur bei geringeren Tiefen von genügender Genauigkeit sind, so daß die meisten Lotungen heute mit dem durch eine Reihe von komplizierten Einrichtungen verbesserten Brookeschen Apparate ausgeführt werden. Das Loten selbst ist keine leichte Arbeit. Ist das Lot ins Wasser gesenkt, so geht es anfangs mit großer Geschwindigkeit hinab, die aber infolge der Reibung, ein wenig auch infolge der zunehmenden Dichte des Meerwassers, bald nachläßt. Die ersten 3000 m werden etwa in 50 Minuten durchlaufen. Sobald der Grund erreicht ist, windet die Dampfmaschine den Draht wieder auf die Trommel, eine Arbeit, die oft Stunden in Anspruch nimmt.

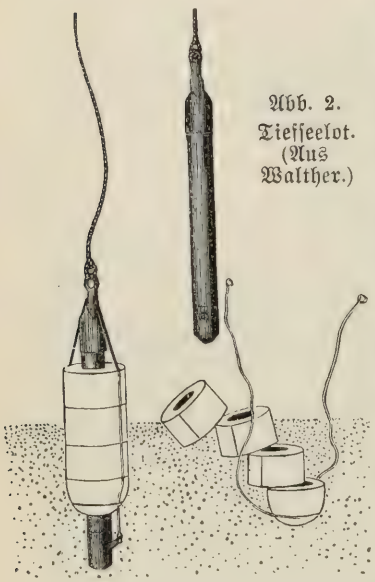


Abb. 2. Tiefseelot. (Aus Walther.)

Es hat sich nun die auffallende Tatsache herausgestellt, daß die Stellen größter Meerestiefe in den Ozeanen nicht, wie man doch annehmen sollte, ungefähr in der Mitte zu finden sind, sondern in der Nähe des Festlandes oder ihm benachbarter Inseln, dort, wo oft schon das Vorkommen von Vulkanen oder hart an die Küste herantretenden Gebirgszügen auf alte Bruchstellen schließen läßt, an denen ein Teil der festen Erdkruste in die Tiefe sank und dann vom Meere bedeckt wurde. Im Großen Ozean galt bis vor kurzem als die absolut größte Tiefe die von 8513 m, die im Jahre 1874 das amerikanische Schiff „Tuscarora"

noch nicht 200 km östlich von den Kurilen fand, als es zur Legung eines Kabels den Meeresboden zwischen Japan und Kalifornien untersuchte. Im Jahre 1896 lotete aber das englische Kriegsschiff „Pinguin" in der Südsee zwischen den Gesellschafts- und Kermandek-Inseln bereits drei Tiefen über 9000 m (9184, 9413, 9427 m), Senkungen, die als tiefe Gräben aufzufassen sind, da zwischen ihnen und in ihrer Nähe viel geringere Tiefen gefunden wurden, und 1899 stellte das amerikanische Kriegsschiff „Nero" im Karolinengraben südöstlich von Guam 9636 m fest. Diese Tiefe galt bis vor kurzem als die absolut größte, ist heute aber überholt durch die Lotungen eines deutschen Vermessungsschiffes. Als solche waren nach dem amtlichen Bericht der Deutschen Seewarte seit 1906 der „Planet" und seit 1911 auch die „Möwe" tätig. Der „Planet" lotete auf der Reise von Cebu nach Termate (auf der Molukkeninsel Dschilolo) in 9° 56 nördl. Br. und 126° 50′ östl. L. die absolut größte Tiefe von 9788 m, und noch zweimal wurden zwischen 5° und 6° nördl. Br. Tiefen von mehr als 9000 m festgestellt. Würde man den höchsten Berg der Erde, den Gaurisankar im Himalayagebirge (8840 m), an der tiefsten dieser drei Stellen versenken, so würde man seine Spitze immer noch fast 1400 m unter dem Meeresspiegel liegen. Betrachten wir die tiefsten Senkungen in den einzelnen Weltmeeren, so geht aus den Messungen der Valdivia-Expedition hervor, daß das Antarktische Meer durchaus nicht so flach ist wie man bisher annehmen mußte; von 17 Lotungen zwischen der Bouvet-Insel und Enderby-Land gaben elf Tiefen von 5000 bis 6000 m, fünf solche von 4000 bis 5000 an, während nahe der erstgenannten Insel 3080 m festgestellt wurden. Auch für das Nördliche Eismeer ergaben Nansens Lotungen überall Tiefen von 3000 und 4000 m; nur in der Nähe von Spitzbergen wurden flachere Stellen angetroffen. Die größte Tiefe im Atlantischen Ozean wurde mit 8341 m festgestellt; sie liegt nördlich von den Antillen, 70 Meilen von Portoriko entfernt. Der Indische Ozean hat seine größte bis jetzt bekannte Tiefe von 6205 m im Süden von Lombok, der Große Ozean weist die überhaupt tiefste Senkung von 9788 m auf, die bereits erwähnt wurde. Alle diese tiefsten Stellen finden sich in Senkungen, über deren Ausdehnung wir noch nicht genügend unterrichtet sind. Supan nennt sie Gräben; wir werden sie bei der Schilderung des Bodenreliefs der Ozeane noch genauer zu betrachten haben. Die mittlere Tiefe aller Ozeane beträgt nach Murray 4500 m, nach Karstens 3900 m, nach Krümmel 3440 m; sie verteilt sich, wenn wir von den noch nicht genügend bearbeiteten Lotungen der Polarländer absehen, auf die der drei großen Weltmeere nach Krümmels und Karstens Berechnungen wie folgt:

	Mittlere Tiefe nach Krümmel:	Karstens:
Indischer Ozean:	3890 m	4083 m
Atlantischer Ozean:	3680 „	3763 „
Großer Ozean:	3340 „	3650 „

Die Schwierigkeiten solcher Zahlenangaben liegen klar auf der Hand; ebenso leicht ist zu verstehen, daß die Ergebnisse der verschiedenen Berechnungen zum Teil weit auseinandergehen, da unsere Kenntnisse von diesen Tiefenverhältnissen teilweise noch sehr lückenhaft sind.

Die Rand- und Binnenmeere verhalten sich hinsichtlich der Tiefe sehr verschieden. Die Nordsee ist außerordentlich flach; ihre mittlere Tiefe beträgt noch nicht 90 m. Würde man sich ihre Ausdehnung durch einen Bogen gewöhnlichen Schreibpapiers darstellen, so würde die Dicke dieses Bogens im Vergleich zu seiner Fläche immer noch bedeutend zu groß sein. Noch flacher ist die Ostsee, deren mittlere Tiefe ungefähr 66 m beträgt. Sie erscheint als ein nur oberflächlich unter Wasser gesetztes Stück Binnenland, mehr als ein Binnensee. Dagegen zeigt das Mittelmeer, das mehrere Einsturzbecken darstellt, deren Landmassen in die Tiefe gesunken sind, während ihre Ränder stehenblieben und deshalb heute steil zum Grunde abfallen, 4400 m; das Karaibische Meer weist bis zu 6300 m Tiefe auf, und in den Austral-Asiatischen Binnenmeeren sind solche über 7000 m gemessen worden. Die mittlere Tiefe aller Binnenmeere hat Karstens auf 1060 m berechnet. Alle diese Zahlen sind durch ihre Größe leicht imstande, uns einen ganz falschen Begriff von der Wasserbedeckung der Erde im Vergleich mit ihrem Rauminhalt zu geben. Wenn man sich einen Globus von einem Durchmesser, der der Größe eines erwachsenen Mannes gleichkäme, herstellen und darauf die Erhebungen und Senkungen der Erdoberfläche etwa aus Ton modellieren würde, so würde darauf, wie Walther ausführt, die tiefste Stelle der Meere nur einen Eindruck von weniger mehr als 1 mm machen, der höchste Berg aber mit seiner Spitze eine noch etwas geringfügigere Erhebung darstellen. Wenn man sich ferner auf dem Meeresgrunde alle Unebenheiten ausgeglichen und ebenso auf dem festen Lande alle Gebirge abgetragen und die Täler damit ausgefüllt denken würde, so würde die Wasserbedeckung auf unserem Globus eine Schicht von $^5/_{10}$ mm bilden, über die sich das Land mit nur $^1/_{10}$ mm erhöbe. Es ist durchaus nötig, daß man sich diese Verhältnisse recht klarmache, denn nur dann kann man verstehen, wie geringfügige Einwirkungen — vergleichsweise — nötig sind, um eine vollständig andere Verteilung von Land und Wasser auf unserer Erde herbeizuführen. Derartige Veränderungen sind nun auch, solange unsere Erde als abgekühlter Himmelskörper existiert, außer-

ordentlich häufig und zu allen Zeiten vorgekommen und finden noch heute statt. Die geologische Erforschung der Erdrinde zeigt uns, wie das Meer überall vor Urzeiten hier einen gewaltigen Einbruch unternommen und die Zeichen seiner Überflutung zurückgelassen hat, während dort durch seinen Abzug festes Land entstand, wo ehedem ein Tummelplatz von Milliarden von Meeresbewohnern war. Terrassenbildungen und Strandlinien besonders an den Küsten höherer Breiten zeigen uns, daß sich dort das Land gehoben hat und heute wohl noch in Hebung begriffen ist. In den Äquatorialgegenden scheint dagegen das Land eine Neigung zur Senkung zu zeigen; man kennt dort zahlreiche Flüsse, deren Betten sich von der Mündung aus noch weit ins Meer hinaus verfolgen lassen und ehemals durch trockenes Land flossen, wie das des Indus, Ganges und Kongo. Durch diese säkularen Schwankungen ändert sich natürlich nicht nur das Verhältnis der Verteilung von Wasser und Land, sondern auch die Tiefen des Meeres erfahren Veränderungen.

Aber auch heute, wo wir das Meer nur als solches betrachten, wie es uns kurzsichtigen Menschen erscheint, findet vor unseren Augen eine derartige Veränderung der Wasserbedeckung statt. Überall nagt die Brandungswelle an dem Rande der Festlandsockel, sie reißt und bröckelt im Laufe der Zeiten ungezählte Lasten von Gestein ab, die zu Geröll und Sand zermahlen und von den Strömungen oft weit fortgetragen werden; Vulkane werfen ihre Auswurfsmassen ins Meer, die Flüsse führen ihre im Lande gesammelten Sinkstoffe ihm in großen Mengen zu und erhöhen seinen Boden, und an seiner Aufschüttung beteiligen sich Heere von Milliarden kleiner Meeresorganismen, deren winzige Kalk- oder Kieselskelette nach dem Absterben zu Boden sinken und den Meeresgrund weit bedecken. Doch selbst wenn man diese rastlos wirkenden Kräfte ganz außer acht lassen wollte, würden sich noch Schwierigkeiten genug finden, wenn es jemand unternehmen wollte, die Wassermassen der Meere genau festzustellen. Man sollte doch denken, daß das Wasser über der ganzen Erdkugel so verteilt wäre, daß jeder Punkt der Meeresoberfläche gleich weit vom Erdmittelpunkt entfernt ist. Wenn wir aber ein Glas Wasser auf den Tisch setzen, so sehen wir, daß die Oberfläche der Flüssigkeit nicht eben ist, sondern am Rande in die Höhe steigt. Ähnlich ist es auch auf den Weltmeeren. Unser Sprachgebrauch sagt, daß der Schiffer „auf das Meer hinauf" fährt; in Wirklichkeit aber fährt er „hinab", denn besonders dort, wo hohe Randgebirge an die Küste herantreten, üben diese und das hinter ihnen liegende Land eine Anziehung auf das Wasser derart aus, daß dessen Oberfläche am Strande weiter vom Erdmittelpunkt entfernt ist als auf hoher See. Folgende Skizze (Abb. 3) er-

läutert diese Verhältnisse, die natürlich stark übertrieben dargestellt werden mußten. Immerhin können diese durch die sogenannte Kontinentalwelle entstehenden Niveauunterschiede recht beträchtlich sein, dürften aber 200 m nie übersteigen; frühere höhere Angaben beruhen auf ungenauen Beobachtungen und Berechnungen, die zum Teil darauf zurückzuführen sind, daß die Landmassen nicht überall 2,8 mal schwerer sind als das Wasser, sondern innere Hohlräume besitzen, die die Anziehungskraft vermindern. Auch die Gezeiten, Ebbe und Flut, wirken auf die Gestaltung der Meeresfläche ein. Wir werden noch später Gelegenheit haben, auf diesen Punkt näher einzugehen. Von Einfluß auf das Meeresniveau ist auch das Vorherrschen von bestimmten Windrichtungen, die das Wasser vor sich aufstauen. Darauf ist auch wohl der Umstand zurückzuführen, daß der Spiegel der Ostsee bei Memel zirka $\frac{1}{2}$ m höher steht als an der Küste von Jütland. Starke Verdunstung hat in fast abgeschlossenen Meeresteilen, z. B. im Roten Meere, eine Senkung des Wasserspiegels zur Folge, zumal wenn größere Flüsse fehlen oder die Verbindung mit dem offenen Ozean so schmal ist, daß der Ausgleich nur langsam sich vollziehen kann; starke Niederschlagsmengen erhöhen umgekehrt den Wasserstand solcher Meeresteile. Auch unterseeische Wasserausbrüche und Quellen vermögen, wie J. Fischer in seiner Arbeit über die Wechselwirkung von Meer und Binnengewässern nachgewiesen hat, gelegentlich den Wasserstand der Binnenmeere zu verändern. Von sehr geringem Einfluß ist endlich auch der auf dem Wasser lastende Luftdruck; man hat berechnet, daß theoretisch dem Steigen des Barometers um 1 mm eine Erniedrigung des Meeresspiegels um 13,6 mm entspricht.

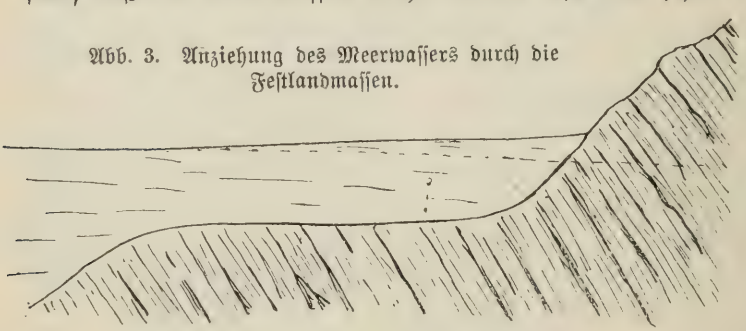


Abb. 3. Anziehung des Meerwassers durch die Festlandmassen.

III. Abschnitt.

Die Oberflächenform des Meeresbodens und die Ablagerungen der Tiefsee.

Den zahlreichen Lotungen, die in den letzten Jahrzehnten ausgeführt worden sind, verdanken wir es, daß wir uns heute ein einigermaßen

richtiges Bild von der Gestaltung des Meeresbodens machen können. Den Grund zu dieser Erforschung des Bodenreliefs legte vor ungefähr 60 Jahren der amerikanische Ozeanograph M. F. Maury, der veranlaßte, daß die von den Schiffern geführten Logbücher an die Seewarten abgeliefert wurden, wo das auf zahlreichen Seefahrten gesammelte Material wissenschaftlich verarbeitet werden sollte. Seit dieser Zeit wissen wir, daß die ungeheuren Meeresbecken nicht einfache Mulden sind, sondern daß die zahlreichen Furchen und Rillen, die sich bei den Schrumpfungsvorgang der erkaltenden Erde bildeten und unsere heutigen Gebirge entstehen ließen, sich, wie zu erwarten war, auch auf dem Meeresboden wiederfinden. Im allgemeinen bietet die Fläche der Meeresgründe ein Bild großer Einförmigkeit. Die ungeheure Länge der Zeit hat mit den ununterbrochen sich absetzenden Sinkstoffen viele schroffe Übergänge wie mit einem Leichentuch überdeckt. Dazu kommt ferner, daß auf dem Meeresboden fast alle die Kräfte fehlen, die unsere Festlandsmassen in jeder Minute und Sekunde verändern. An ihnen nagen Hitze und Frost; Regen, Schnee und Hagel bröckeln und lösen beständig kleine Teilchen von der festen Erdrinde ab, Lawinen, Gletscher, Flüsse und Bäche vollenden das Zerstörungswerk, führen hier die Trümmer fort und tragen sie dort an. Besteht so auf dem Festlande das Bestreben, das Bestehende zu vernichten, so auf dem Meeresboden das des Aufbauens, des Auf- und Ausfüllens. Im tiefsten Schoße der See ist ewige Ruhe. Die Wellen des wütendsten Sturmes, die ein stolzes Schiff mit Leichtigkeit zertrümmern können, verlieren schon in geringer Tiefe ihren Einfluß. Große Niveauunterschiede finden wir also auf dem Meeresboden vor allem nahe den Küsten oder dort, wo vulkanische Erhebungen stattgefunden oder die Korallen ihre Bauten errichtet haben; sonst aber herrscht dort im allgemeinen eine ermüdende Gleichförmigkeit in der Bodengestaltung. Aber das gilt doch nur ganz im allgemeinen. So viele Tiefenlotungen bislang auch schon ausgeführt sind, so sind es doch nur herzlich wenige in Anbetracht des großen Raumes, auf den sie verteilt sind. Wie vermöchten wir vergleichsweise durch einige wenige Lotungen aus dem Luftballon ein Bild von der Oberflächengestaltung der Schweiz gewinnen? Je mehr die Lotungen sich häufen, desto mehr Überraschungen bieten sich und zeigen, daß auch mitten in den Weltenmeeren, vor allem längs der alten, heute von der See bedeckten Urgebirge, Steilränder und scheinbar unvermittelte tiefe Senkungen vorhanden sind So befinden sich im Golf von Aden zwischen Höhen des Seebodens von nur 800—900 m Meerestiefe plötzlich Senkungen von 4800—5000 m Tiefe.

Von allen Meeresbecken kennen wir das des Atlantischen Ozeans,

der am meisten als Seeweg dient und die größte Anzahl von Kabelleitungen in seinen Tiefen beherbergt, naturgemäß am besten. Noch immer ist das Problem der Atlantis, nach dem der Boden dieses Weltmeeres einen versunkenen Erdteil darstelle, ungelöst. Ein mächtiger Höhenrücken von der Gestalt eines lateinischen S durchzieht diesen Ozean in seiner ganzen Länge von Norden nach Süden; er gibt in seinem Verlaufe also ungefähr die Richtung der beiden Küsten der Alten und der Neuen Welt wieder. Nur wenige Stellen dieser atlantischen Schwelle ragen aus dem Wasser empor, das sind die Inseln des Azorenplateaus, die Felsen von St. Paul, Aszension und Tristan da Cunha. Man hat dieser atlantischen Bodenschwelle verschiedene Namen gegeben; es scheint aber, daß sie eine einheitliche Erhebung mit einer mittleren Tiefe von weniger als 3000 m ist, die an der St. Paulsklippe am schmalsten ist und sich nach Norden und Süden zu einem breiten Rücken entwickelt. Durch diese Schwelle wird der Grund unseres Ozeans in eine ostatlantische und eine westatlantische Rinne geteilt, von denen die letztere die tiefere ist; im nordamerikanischen Becken haben wir in der Virginentiefe eine Senkung von 8340 m, im brasilianischen Becken eine solche von über 6000 m. In ersterem sind teilweise große Gegensätze in der Tiefe vorhanden; so bilden die Kleinen Antillen die höchsten Spitzen eines unterseeischen Gebirgszuges, der durchschnittlich 500—1000 m tief liegt, an der Innenseite 2000—4000 m abfällt, an der Außenseite sich aber gar zu Tiefen von 6000—8000 m senkt. Auch in der ostatlantischen Mulde können wir zwei flache Becken unterscheiden, das nordafrikanische mit 6300 m Tiefe westlich von Ferro und das westafrikanische. Bemerkenswert ist, daß von der atlantischen Schwelle im Süden zwei Ausläufer ausgehen, der eine, der sich nach Afrika hinzieht, ist der Walfischrücken, der andere auf Brasilien hinweisende der Rio-Grande-Rücken. Sie spielen, besonders der erstere, im südatlantischen Ozean eine wichtige Rolle, und wir werden sie bei Betrachtung der Wärmeverhältnisse und der Verbreitung der Tierwelt noch erwähnen müssen.

Weniger bekannt ist das Bodenrelief des Großen Ozeans. Seine Küsten unterscheiden sich in einer Beziehung wesentlich von denen des Atlantischen Ozeans; sie sind nämlich umsäumt von einer Reihe tieferer Randbecken und einem dichten Kranze noch tätiger und erloschener Vulkane, die, wenn wir auf Neuseeland beginnen, sich über die Neuen Hebriden, die Salomon-Inseln und über die girlandenartig der ganzen Westküste Asiens als Inseln vorgelagerten Festlandsreste erstrecken, im Norden sich über die Aleuten fortsetzen und auf der Westküste von Mittel- und Südamerika ihre größte Häufung erhalten. Da die vulkanische

Tätigkeit sich fast nur dort zu großer Mächtigkeit entfaltet hat, wo Bruchstellen in unserer festen Erdrinde eine Verbindung zwischen Oberfläche und Erdinnerem ermöglichten, so könnte man das Becken des Großen Ozeans im allgemeinen als eine ungeheure Festlandsscholle auffassen, die abgesunken und dann vom Meere bedeckt worden ist. Die Übergänge in dieses Becken vom Festlande her sind zum Teil sehr schroff; den bedeutendsten Steilabfall finden wir längs den Kurilen und den nördlichen japanischen Inseln, wo der Boden im japanischen Graben sehr rasch eine Tiefe von 8500 m und mehr erhält, ferner im Aleutengraben (7383 m), sowie an der Küste von Mittel- und Südamerika, hier besonders im südlichen Teile, wo im Atacamagraben (7635 m) an der peruanisch-chilenischen Küste ein plötzlicher Übergang zu 7000 m Tiefe und mehr stattfindet. Ganz besonders reich gestaltet ist der Boden des Großen Ozeans in den dem australischen Festlande vorgelagerten Gebieten im Südwesten, wo die zahlreichen Inseln des Australmeeres schon im voraus eine reiche Gliederung des Bodens erraten lassen. Hier liegt der aus vier Becken sich zusammensetzende Tonga- und Kermandekgraben mit der schon erwähnten Tiefe von 9427 m, zwischen den Marianen und den Karolinen der Karolinengraben mit der ebenfalls bereits genannten Tiefe von 9636 m nahe der Insel Guam.

Eine ziemliche Gleichförmigkeit hinsichtlich des Bodenreliefs herrscht, soviel wir bis jetzt wissen, auch auf dem Grunde des Indischen Ozeans. Auch er tritt uns als ein großes Plateau entgegen, von dem durch die von Madagaskar nach Vorderindien streichenden Inselgruppen der Mascarenenschwelle und des Chagosrückens ein kleinerer Teil abgetrennt wird. Die größten Senkungen finden sich im Süden, wo, wie die Deutsche Tiefsee-Expedition nachwies, Depressionen über 5500 m vorkommen, die größte Tiefe aber im Norden, am Steilabfall des javanischen Inselzuges, südlich von Lombok (6205 m). Abgesehen von den großen Randinseln beherbergt der Indische Ozean in seinem nördlichen Teile zahlreiche kleine Koralleninseln und einige vulkanischen Ursprungs (Amiranten und Seychellen). Über das Bodenrelief der beiden Polarmeere ist außer dem bereits Gesagten bis jetzt noch nichts Sicheres bekannt.

Wir erwähnten schon vorhin die Tatsache, daß an einigen Küstenstrichen der Übergang zwischen Festland und Meeresboden ein sehr steiler ist. Es kommt oft vor, daß die 1000 m-Linie der 200 m-Linie näher liegt als diese der Küste. Das ist aber nicht die Regel, denn meistens ist den Kontinenten und den Inseln ein flacher Meeresboden vorgelagert, und erst dann geht dieser schnell zu größeren Tiefen über. Man rechnet diesen Saum bis zu der Linie, die alle Punkte von annähernd

200 m Tiefe verbindet, und nennt ihn deshalb die 200 m-Stufe. Stellenweise reicht er aber nur bis zur Tiefe von 80 m, während man ihn andererseits manchmal bis zur Tiefenlinie von 800 m verfolgen kann. Diese auch wohl Kontinentalplateau oder Festlandsockel genannte flache unterseeische Fortsetzung der Festländer ist eine sehr auffallende Erscheinung. Wie ein Blick auf die Karte der Meerestiefen zeigt, ist sie von sehr verschiedener Breite. Wo große Flüsse in Meere münden, die von Strömungen wenig heimgesucht werden, wo also die aus dem Lande mitgeführten Sinkstoffe ungehindert zu Boden fallen können, kann die unterseeische Festlandstufe eine bedeutende Erhöhung und Fortsetzung erhalten. Das ist z. B. der Fall bei dem Hoangho, dessen gelbe Schwemmstoffe von Löß dem Meeresteil, in dem sie abgelagert werden, bekanntlich die Bezeichnung des Gelben Meeres eingetragen haben. Auch der Amazonenstrom führt ungeheure Massen von Schwemmstoffen dem Meere zu, wie man ausgerechnet hat, in jeder Stunde 80000 cbm. Wo in der Nähe der Flußmündungen Strömungen vorhanden sind, da führen diese die Sinkstoffe mit sich und lassen sie zu Boden fallen, sobald durch irgendeinen Umstand ihr Lauf verzögert wird. An vielen anderen Küstenstrichen, wo wir eine sehr breite Festlandstufe vorfinden, läßt sich aber deren Entstehung nicht so ohne weiteres erklären; wir müssen annehmen, daß sie einfach der unter Wasser gesetzte Rand des Festlandes ist, an dessen Erhöhung die einmündenden Flüsse immerhin einen mehr oder weniger großen Anteil gehabt haben mögen.

Wenn durch irgendeine große Revolution auf der Erdoberfläche der Meeresspiegel sich um 200 m senken würde — und das wäre in Anbetracht der im Vergleich zum Erddurchmesser so dünnen Wasserschicht nur eine sehr unbedeutende Veränderung —, so würde unsere Erdkarte mit einem Schlage ein ganz anderes Bild bieten. Die Britischen Inseln hätten als Inseln aufgehört zu sein, ja der ganze Boden der flachen Nordsee bis auf eine norwegische Rinne und der noch flacheren Ostsee wäre trockengelegt. Der Ostrand Amerikas wäre im Süden bei Patagonien und im Norden bei Neufundland weit hinausgeschoben, das amerikanische Mittelmeer wäre nur noch durch einige wenige enge Straßen mit dem Ozean verbunden; im Nordosten hätte der Kontinent durch die Trockenlegung der großen Bänke von Neufundland und Neuschottland erheblichen Zuwachs erhalten, und nur die Westseite würde annähernd dasselbe Aussehen zeigen wie heute. Eine breite Landbrücke, der Boden des heutigen Beringsmeeres, würde dann Amerika mit dem asiatischen Kontinente verbinden, der noch dadurch bedeutend vergrößert wäre, daß sein Festland im Norden sich bis unter

das ewige Polareis erstrecken und auch im Osten, besonders im Gelben und Südchinesischen Meere, viel Zuwachs an Land erhalten würde. Nur ein schmaler Meeresarm würde es von Australien trennen, das auch eine Verbindung mit den Inseln Tasmanien und Neuguinea erhalten haben würde. Am wenigsten würden die Umrisse der afrikanischen Festlandsscholle durch eine derartige Revolution verändert; nur ihre Spitze würde ein wenig nach Süden vorgeschoben werden. Derartige mächtige Umwälzungen in der Verteilung von Wasser und Land haben nun zu verschiedenen Malen das Antlitz der Erdoberfläche von Grund aus geändert und dabei die Gesteinsformationen geschaffen, die die geologische Wissenschaft heute unterscheidet. Bei solchen Umwälzungen bildeten sich die Einsturzbecken der Mittelmeere, sowohl des europäischen als auch des amerikanischen und des australasiatischen. Die jeder Vorstellung unsererseits spottenden gewaltigen Kräfte ruhen aber auch heute noch nicht; sie geben uns bei Erdbeben durch drohendes Murren ihre Unzufriedenheit mit den heutigen Verhältnissen auf der Erdoberfläche zu erkennen und zeigen uns insbesondere durch ihre Ausfalltore, die Vulkane, daß ihre Macht nicht gebrochen ist, sondern nur schlummert. Es bestehen nun offenbar innige Beziehungen zwischen den Erscheinungen des Vulkanismus und den Weltmeeren. Wir wissen bereits aus dem früher Gesagten, daß Vulkane sich vornehmlich an den heutigen oder ehemaligen Festlandsrändern, z. B. auf den Inselreihen Ostasiens, bildeten, also auf den großen Bruchlinien der festen Erdrinde, offenbar, weil dort dem Ausbruche des flüssigen Erdinnern am wenigsten Widerstand geboten wurde. Diesen in Reihen angeordneten Vulkanen stehen die Gruppenvulkane gegenüber, die, mehr im Innern der Ozeane entstanden, sich dem Auge heute als mehr oder weniger zusammenhängende Haufen von vulkanischen Inseln darbieten und meist als steile Berge vom Meeresboden aufsteigen. Auch sie fallen allmählich der Zerstörung durch Wind und Wetter, durch die Brandungs- und Gezeitenwelle zum Opfer. Aber nicht alle diese Vulkane werden so hoch sein, daß sie sich als Inseln über den Meeresspiegel erheben; es liegt kein genügender Grund gegen die Annahme vor, daß auf dem Meeresboden eine mindestens ebenso große Anzahl von Vulkanen verborgen liegt und nach der Entdeckung harrt. Allerdings ist unsere Kenntnis von vielen Teilen des Meerbodens besonders im Gebiete des Großen Ozeans, trotz der zahlreichen Lotungen, noch eine ziemlich mangelhafte. Daß solche Bildung vulkanischer Inseln auch noch zu unserer Zeit vor sich geht, dafür ist ein treffendes Beispiel die rätselhafte Insel Ferdinandea im Mittelmeer. Sie entstand im Jahre

1831 zwischen Sizilien und der Insel Pantellaria durch vulkanische Tätigkeit; ihr aus losen Auswurfsmassen bestehender Grund wurde allerdings noch in demselben Jahre ein Opfer der Zerstörungswut der Wellen. Ebenso sind derartige Inseln, unter dem Auge der Menschen entstanden und wieder geschwunden, von den Azoren (1811), von der Insel Santorin (zuletzt 1866), von der isländischen Küste und neuerdings vom Meerbusen von Bengalen und zwischen Trinidad und der Küste von Venezuela bekannt; im Jahre 1894 ist im Kaspischen Meere ein unterseeischer Vulkan aufgefunden worden, der dicke Schlammmassen auswarf, und noch 1905 ist Japan durch das plötzliche Entstehen einer kleinen Insel vulkanischen Ursprungs bereichert worden. Weitere Untersuchungen werden jedenfalls feststellen, daß derartige, wenn auch bedeutend kleinere vulkanische Erhebungen aus dem Meeresgrund keine Seltenheiten sind. Wie E. Rudolph vor wenigen Jahren durch die Bearbeitung einer großen Anzahl von Schiffsberichten nachgewiesen hat, sind manche Gegenden des Meeresgrundes ganz besonders vulkanischen Einflüssen, d h. unterseeischen Beben und Ausbrüchen ausgesetzt. Das ist nicht so sehr merkwürdig, wenn man bedenkt, daß ja auch auf dem Festlande die Vulkane sich an ganz besonderen Stellen häufen. Ein solches Gebiet stellt nach Rudolph die äquatoriale Zone des Atlantischen Ozeans dar; ein anderes ist zwischen Neuguinea und den Fidschiinseln gelegen. Dagegen sind andere große ozeanische Gebiete geradezu als erdbebenfrei zu bezeichnen. Jedenfalls war es ein Verdienst W. Krebs', als er auf der 75. Naturforscherversammlung 1903 in Kassel darauf hinwies, wie wenig wir über die Beziehungen des Meeres zum Vulkanismus wissen, und wie notwendig eine planmäßige Durchforschung dieser Verhältnisse sei.

Die Frage nach dem Einfluß des Vulkanismus auf die Bodengestalt der Ozeane hängt mit einer anderen wissenschaftlichen Streitfrage zusammen, die auch heute noch nicht als völlig gelöst angesehen werden kann, die Frage nach der Entstehung der Korallen*inseln*. Diese steinernen Riesenbauten, hervorgebracht durch das einträchtige Zusammenleben und -wirken unzähliger winziger Tierchen, erheben sich steil ansteigend von dem Meeresgrunde oft aus beträchtlicher Tiefe bis an den Meeresspiegel. Wiederholt sind räumlich nahe beieinander liegende Tiefenunterschiede von 3000—4000 m in Korallengebieten beobachtet worden. Wenn der Meeresspiegel fast erreicht ist, arbeitet Wind, Welle und Wetter an der Zerstörung der Gipfel, und Anschwemmungen schaffen so eine Humusdecke für eine mehr oder weniger reiche Vegetation. Die Korallen gehören bekanntlich zu den Hohltieren oder

Cölenteraten; ihr strahlig gebauter, sackförmiger Körper, dessen Wand innen gefaltet erscheint, trägt um den Mund sechs bis acht feine Arme, mit deren Hilfe die Tiere ihre Nahrung herbeiholen. Blumentiere nannte man sie wohl, als ihre tierische Natur allgemeine Anerkennung gefunden hatte. Die Korallenstöcke bilden das Buschwerk des Meeresbodens besonders an den Küsten. Starr strecken sie ihre bräunlich bis rötlich leuchtenden Äste und ihre schirmförmigen Kronen nach allen Seiten aus, ein Schirm steht neben und über dem anderen, so daß das Ganze terrassenförmig ansteigt und die Gesamtmasse der Kalkbauten selbst der wilden Brandung einen unbesiegbaren Wall entgegenstellt. Am bekanntesten von diesen tierischen Baumeistern ist wohl die Edelkoralle (Corallium rubrum) des Mittelmeeres und der Nordwestküste Afrikas (Abb. 4), deren rotes Kalkgerüst aus Tiefen bis zu 200 m heraufgeholt und nach Entfernung der dünnen Fleischschicht hauptsächlich in Livorno, Neapel und Genua zu allerlei Schmuckgegenständen verarbeitet wird. Sie bildet aber nur kleine Stöcke mit vergleichsweise wenigen Einzeltieren. Ungleich massigere Bauten von baum-, schirm- oder kugelförmiger Gestalt stellen die riffbildenden Korallen her. Vor allem gehören dahin die Löcherkorallen oder Madreporarien (Porites, Madrepora [Abb. 5], Turbinaria u. a.), ferner die massigen, tiefer lebenden Sternkorallen oder Astraeen und die großen, meist einzeln lebenden Fungien. Daneben wirken bei diesen Bauten, die, was Größe und Masse anlangt, alle menschlichen Bauten weit hinter sich lassen, auch noch Alcyonarien (Heliopora) und Polypen (Millepora), sowie von pflanzlichen Gebilden die Kalkalgen (Lithothamnium) mit, von der die Siboya-Expedition im Indischen Ozean ganze Riffe vorfand; da sie bis 90% Kalk aufnehmen können, ist die Teilnahme dieser Algen am Aufbau des Meeresgrundes also durchaus nicht gering. Die zarten und mannigfaltigen Farben der Korallen rufen den Eindruck unterseeischer Gärten oder Blumenwiesen hervor. Johannes Walther, dessen „Meereskunde" wir die nebenstehende Skizze (Abb. 6) entnehmen, ein genauer Kenner der Korallen und ihrer submarinen Bauten, gibt von diesen Gärten folgende Schilderung: „Von dem kleinen Orte

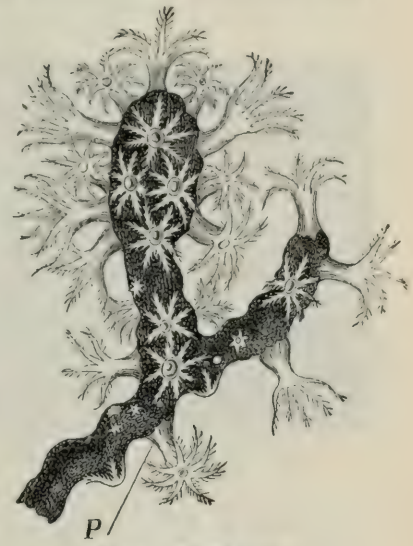


Abb. 4. Edelkoralle.
(Nach Lacaze-Duthiers aus Claus.)

Tor (an der Küste der Sinaihalbinsel) haben wir nur wenige Schritte bis zum Meer. Ein smaragdgrüner Saum von 300 m Breite zieht sich längs des Ufers hin, es ist das Korallenriff, das an dem dunklen Blau des tieferen Wassers scharf abschneidet. Rasch wandern wir durch das fußtiefe Wasser dem Riff zu, und indem die Tiefe zunimmt, stellen sich auch, mitten im weißen Sande, die ersten Korallenstöcke ein. Es ist die Gattung Stylophora, die Griffelkoralle, deren fußhohe Stöcke aus rotgelben, fingerdicken Ästen bestehen. Noch sind die Korallen sehr vereinzelt, und zwischen ihnen auf dem Sande bemerken wir Tausende von schwarzen Seeigeln, deren Stacheln leicht in unseren Fuß dringen, weshalb wir langsam und vorsichtig weiterschreiten. Das Wasser wird metertief, und die Korallenstöcke werden zahlreicher und mannigfaltiger. Hier sehen wir die olivenbraunen Schirme der Madrepora (Abb. 5), dort die klumpenförmige braune, mit spangrünen Streifen versehene Kolonie einer Coeloria. Und während die Stylophora immer seltener wird, nehmen die Madrepora mehr an Zahl und Größe zu, bis wir endlich in einem bunten Korallengarten stehen. Wie in einem englischen Park zwischen blühenden Buschgruppen und buntfarbigen Blumenbeeten sich sandbedeckte Wege verschlingen, die sich bald zwischen hohen Büschen verschmälern, bald zu kiesbedeckten Plätzen erweitern oder in eine schattige Grotte münden, so verhalten sich die sandbedeckten Riffgebiete zu den bunten Korallenkolonien. In den inneren, der Küste nahen Riffteilen wandelt man zwischen flachen Korallenbeeten in 1 m tiefem Wasser umher; nach außen zu, da wo das Riff mit steiler Kante gegen das tiefere Meer abstürzt, werden die Korallenkolonien zu 2 bis 3 m hohen Gruppen, und der Sand nimmt engere Räume ein." Zu dem Gedeihen der Korallen ist eine gewisse Wasserwärme nötig; deshalb kommen sie nur dort vor, wo diese nicht unter 20^0 sinkt. Der 25. Breitengrad ungefähr bildet im Norden und Süden des

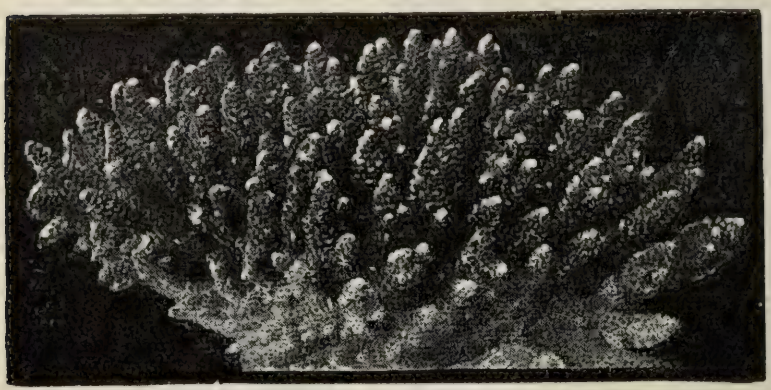


Abb. 5. Riffbildende Koralle (Madrepora). (Nach Klunzinger.)

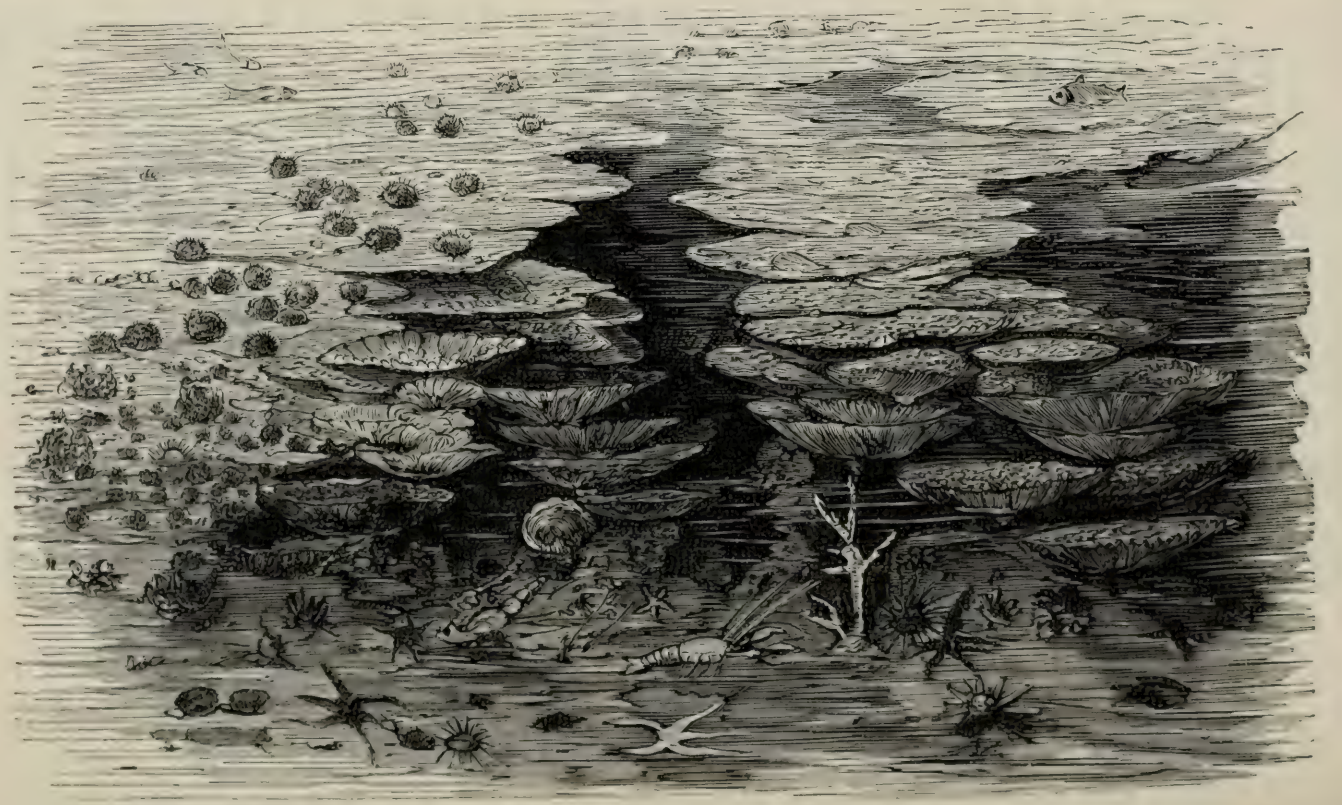


Abb. 6. Ein Korallenriff im Roten Meer (Aus Walther.)

Äquators die Grenze ihres Verbreitungsgebietes; nur da, wo warme Oberflächenströme die Temperatur des Wassers erhöhen, wie im Osten des amerikanischen und asiatischen Festlandes, verschiebt sich diese Grenze polwärts, während wegen der kalten Wasser des Peru- und Benguelastromes im Westen von Südamerika und Afrika die Riffkorallen ganz fehlen. Am großartigsten treten von ihnen gebaute Inseln im Indischen und Großen Ozean und an den Westindischen Inseln des Atlantik auf. Die Tiere lieben klares, bewegtes Wasser, das ihnen frische Atemluft und Nahrung zuführt, und leben in einer Tiefe bis zu 40 m. In der Tiefsee kommen zwar auch Korallen vor, aber sie sind entweder Einzeltiere oder bilden meist nur kleine Stöcke. Fungia symmetrica wurde vom „Challenger" aus einer Tiefe von über 3200 m heraufgeholt, aber auch große riffartige Stöcke bildende Korallen kommen, wie die Valdivia-Expedition zeigte, noch in 3000 m Tiefe vor.

Wir können die Werke der Riffkorallen in Küstenbauten und Hochseebauten einteilen, erstere wieder nach Darwins Vorschlag in Saum- und Dammriffe. Ihre Bildung geht im Vergleich mit der der Tiefseeablagerungen in viel kürzerer Zeit vor sich; ein im Indischen Ozean versenktes Kabel hatte sich in wenigen Jahren mit einer zwei Fuß hohen Schicht von Korallenkalk bedeckt. Betrachten wir zunächst die Küstenbauten, so erheben sich die Saumriffe nahe dem Strande und wachsen vom Grunde bis in die Nähe des Meeresspiegels. Derartige Saumriffe finden sich besonders ausgebildet an den Küsten des Roten Meeres, wo die Kalkmassen von Porites solida u. a. zum Häuserbau Verwendung finden, ferner bei Ceylon, Florida und den Nikobaren. Wo Flüsse ihr Süßwasser ins Meer senden, finden sich Lücken, da die Korallen sich dort nicht ansiedeln. Die Damm- oder Wallriffe haben zwischen sich und der Küste eine breitere Wasserstraße, die an dem großen, fast 2000 km langen Wallriffe an der Nordküste Australiens stellenweise 75 bis 90 km breit ist. Sie erheben sich 3 bis 4 m über das Meer, tragen dort, wo die Flut eine Humusschicht geschaffen hat, oft reichen Pflanzenwuchs und sind dann auch bewohnt. Die Lücken in den meist steil aus dem Meere aufsteigenden Wallriffen bilden oft den Zugang zu schützenden Häfen. Solche künstlichen Dammbauten ähnliche Riffe von oft ansehnlicher Ausdehnung weisen vornehmlich die Karolinen (750 km lang), die Viti-Inseln (30 km breit), die Gesellschafts-Inseln u. a. auf.

Die Ringinseln oder Atolle (der Name stammt von den Malediven) sind Hochseebauten. Sie sind steil aus dem Meere aufsteigende Inseln von mehr oder weniger kreisförmiger Gestalt und einer Ring-

breite von 1000 bis 1300 m. Im Innern findet die Senkung allmählich statt und geht in eine Lagune über. Meist ragen nur kleine Teile des Ringes aus der Flut empor; sie sind zuweilen an der Wetterseite mit einer mäßigen Bodenschicht bedeckt und dann auch öfters bewohnt. Von den Atollen weist der Stille Ozean etwa 300 auf, von denen allein 70 bis 80 auf den Paumotu-Archipel kommen; die größten sind die Malediven und Lakkadiven im Indischen Ozean. — Die Frage nach der Entstehung der Atolle ist auch heute noch nicht gelöst. Während man früher annahm, daß diese Korallenwerke von oft mehr als 1000 m Mächtigkeit vom Meeresgrunde aus allmählich bis zur Oberfläche erbaut seien, wissen wir heute, daß die Tiere nur in geringer Tiefe zu leben vermögen. Die erste und bald darauf ganz allgemein angenommene Erklärung ihrer Entstehung gab Darwin, der im Jahre 1837 auf seiner Weltumsegelung mit Fitzroy die Kokos-Inseln im Südwesten der Sundastraße untersucht hatte. Die ringförmige Gestalt der Atolle führte ihn zu der Annahme, daß jedes ehemals ein Küstenriff gewesen sei, das eine Insel umgeben habe. Im Laufe der Zeiten hätten der Meeresboden und mit ihm die Inselberge sich allmählich gesenkt, und dieser Senkung hätten die Korallen Schritt für Schritt nachgearbeitet, bis die Insel unter dem Wasserspiegel verschwunden und an ihre Stelle eine Lagune getreten sei. Jedes Atoll ist also nach Darwin das Denkmal einer entschwundenen Insel. James Dana schloß sich Darwin an und erweiterte diese Theorie noch. Aber es stellten sich doch allmählich Zweifel ein. Der Wiener Geologe Sueß behauptete gerade das Gegenteil: nicht der Grund des Meeres habe sich gesenkt, sondern sein Spiegel habe sich gehoben; ein Landsmann Darwins, Guppy, und ebenso Al. Agassiz konnte geradezu eine Hebung des Bodens in der Inselgruppe der Paumotu, Viti, Gilbert und Ladronen nachweisen, und Semper sogar das gleichzeitige Vorkommen aller drei Entstehungsarten im Palau-Archipel feststellen. Im Gegensatz zu Darwin und den Anhängern seiner Theorie verwarf Murray (und vor ihm Chamisso) jede Hebung oder Senkung des Bodens; unterseeische Gipfel und vor allem Vulkane haben auch nach ihm die Grundlagen für die Siedelungen der Korallentiere abgegeben, aber erst nachdem ein Regen von Foraminiferenschalen und anderen Planktonresten ihren Gipfel so weit erhöht hatte, daß die Korallen ihre Tätigkeit in dem nunmehr seichten Wasser beginnen konnten. Von den Lagunen nahm er an, daß sie später durch Auflösung entstanden seien. Auch Krämer meint, daß unterseeische Vulkane, in ihrer Form durch Meeresströmungen verändert, den Untergrund der meisten Atolle bilden. An-

dere neue Untersucher, wie Gerland und Dahl, geben darin, daß die Inseln sich gesenkt haben, teilweise wieder Darwin recht, allerdings nicht ganz in demselben Sinne. Hatte letzterer angenommen, daß der ganze Meeresboden eine solche Senkung erfahren habe, so behauptet Gerland, daß nur die Inseln davon betroffen seien. Jedes Atoll befindet sich nach letzterem Beobachter auf einem Vulkan, der bei seinen Ausbrüchen seinen Gipfel erniedrigt oder erhöht hat. Es kann bei ganz benachbarten Kratern vorkommen, daß der eine sich hebt, der andere sich senkt, wie Gerland an der Paumotu-Gruppe nachweisen konnte. Nach den Untersuchungen von Voeltzkow (1903—1905) besteht der Untergrund der von ihm untersuchten Koralleninseln im westlichen Indischen Ozean nicht aus vulkanischem Gestein, sondern aus zoogenem, aus massivem Kalk, auf dem sich erst später beim Rückgang des Meeres die Korallen ansiedelten. — Jedenfalls sprechen bei der Entstehung der Atolle eine ganze Reihe und zum Teil sehr verschiedene Faktoren mit, deren Zusammenfassung und Scheidung späteren Untersuchungen überlassen bleibt. Darwin selbst sprach einmal den Wunsch aus, daß irgendein reicher Mann sich finden möchte, der auf einer Koralleninsel Bohrungen ausführen ließe. Dieser Wunsch ist von der Royal Society in London erfüllt, und es sind (1893—1896) Expeditionen nach Funafuti, einer der Lagunen-inseln der Südsee (9° südl. Br., 179° westl. L.), gesandt worden, die dort im Korallenkalk Bohrungen anstellen und endlich eine Antwort auf die Frage geben sollten, ob die Atolle auf Vulkanen aufgebaut sind, oder ob auch unter der Tiefenlinie, bis zu der die Korallen zu leben vermögen, Korallenkalk angetroffen wird, und wie tief er reicht. Die Arbeiten, die anfangs mit manchem Mißgeschick zu kämpfen hatten, sind bis 340 m Tiefe fortgeführt worden, ohne daß man etwas anderes als Korallen- und Algenkalk fand, so daß jedenfalls für die Lagunen-inseln die Hypothese Darwins recht zu behalten scheint.

Durch die zahlreichen Grundproben, die seit der Reise des „Challenger" aus den Tiefen der Ozeane an das Tageslicht gebracht worden sind, sind wir heute in den Stand gesetzt, uns auch über die Zusammensetzung der Bodendecke ein im allgemeinen richtiges Bild zu machen. Nicht nur bei Gelegenheit der Lotungen bringt der Peilstock eine Probe des von ihm berührten Bodens herauf, sondern auch die Schleppnetze enthalten von ihm sehr oft mehr als erwünscht ist. Die Erforschung des Meerbodens stößt natürlich auf weit größere Schwierigkeiten als die der Festlande; der „submarine" Geologe kann nicht mit seinem Hammer arbeiten, er muß sich allein auf die Oberflächen-

schicht des Bodens beschränken und ist, da auch sein Auge nicht in die finsteren Tiefen zu dringen vermag, in bezug auf die Ausbreitung einer Bodenart lediglich auf den Vergleich einer möglichst großen Anzahl von Grundproben angewiesen. Auf ganz dieselben Schwierigkeiten würde vergleichsweise jemand stoßen, der es unternähme, von einem in der Höhe des Montblanc-Gipfels schwebenden Luftballon aus durch Herabsenken von Netzen und anderen Apparaten die Zusammensetzung des festländischen Bodens zu untersuchen. So ist es nicht wunderbar, daß unsere Kenntnis von der Natur des Meeresbodens noch große Lücken aufweist und noch viele ungelöste Fragen in sich birgt. Immerhin sind uns aber heute gewisse Bodenbezirke in dieser Hinsicht genauer bekannt als manche schwer zugänglichen Gebiete auf dem Festlande. Überall finden wir in den Grundproben die Reste der Tiere und Pflanzen, die in den Oberflächenschichten lebten, nach dem Tode hinabsanken und dort ihr Grab fanden. Wo ihre Leiber noch nicht völlig zersetzt sind, liefert der mit ihnen gedüngte Boden eine vorzügliche Futterstelle für allerlei Muscheltiere und andere Grundbewohner, die von der in ihm aufgehäuften organischen Nahrung leben und ihr folgen, wenn sie durch Strömungen weggetragen wird. Die Wanderungen mancher Grundbewohner mögen so ihre Erklärung finden.

Die Untersuchung des Bodens selbst erfolgt mit eigens für diesen Zweck gebauten Werkzeugen, die an den Lotdraht befestigt werden; entweder sind es längere oder kürzere Röhren, die in der Höhlung des Lotbleis herabgelassen werden und armtief in den Boden eindringen können, oder eigenartig gestaltete Schöpflöffel, um deren Bau besonders der Fürst von Monaco sich verdient gemacht hat.

Die Ablagerungen auf dem Meeresboden kann man nach Murray in fünf Arten einteilen, die man als Küstenablagerungen, Globigerinenschlamm, Diatomeenschlamm, Radiolarienschlamm und verschieden gefärbte Tone unterscheidet. Dazu kommen noch als mehr lokale Sedimente vulkanische Aschen und Lavabrocken, Korallensand und der Küstenschlamm an der Kongomündung und an der brasilianischen Küste, letzterer gebildet durch die Lateritmassen, die die Flüsse dem Innern des Landes entführen. Was zunächst die Küstenablagerungen anbetrifft, so haben die Untersuchungen gezeigt, daß der Meeresboden höchstens in der Nähe von Steilküsten, wo die Brandungswelle wütet, von festem anstehendem Gestein gebildet wird. Sonst setzt sich der Seeboden in der Nähe der Küsten meist aus den Trümmern des festen Landes zusammen, die die Flut oder die Brandung losgerissen hat, oder aus den Schwemm- und Geröllmassen, die von den Flüssen aus dem Innern

des Landes mitgeführt wurden und sich an deren Mündung zu Boden setzten. Nicht immer aber fallen sie schon dort nieder, sondern manchmal kann dieser terrestrische Detritus durch Strömungen weit fortgeführt werden, wie bei den Sinkstoffen des Orinoko und Amazonas, die von der Süd-Passat-Trift mitgerissen werden. So setzt sich dieser Schlick aus den Trümmern aller der verschiedenen Gesteine zusammen, die die Festländer aufweisen, untermischt mit den Skelettresten zahlreicher Tiere der Küstenfauna. Ein Produkt dieser Gesteinstrümmer ist ein Schlamm, der seiner Farbe wegen blauer Sand oder Tonschlamm genannt wird, eine weiche Masse, die an der Luft bald braun wird. — Je mehr wir uns von der Küste entfernen und uns den Mitten der Ozeane nähern, desto anders gestaltet sich die Zusammensetzung des Meeresbodens; nicht mehr der Schutt der Landmassen ist es, der ihn bildet, sondern häufig besteht er, zuweilen gemischt mit den Schalen von Flügel- und Kielschnecken (Pteropodenschlamm), aus einem feinen Sediment, über dessen Zusammensetzung uns nur das Mikroskop Aufschluß geben kann. Wenn wir mit letzterem Bodenproben aus den wärmeren Teilen des Atlantischen Ozeans untersuchen, so finden wir, daß der dort allgemein verbreitete gelbbraune, klebrige Schlamm, der getrocknet weiß ist und deshalb wohl als Kreideschlamm bezeichnet wird, aus den Resten von unzähligen, zum Teil sehr zierlichen Gehäusen gebildet wird, die Schneckenhäusern oder Ammoniten ganz ähnlich sehen und früher auch dafür gehalten wurden. Das sind die Schalen der Foraminiferen oder Kämmerlinge (Abb. 7), kleiner, nur aus einer einzigen Zelle bestehender und deshalb zu den Protozoen oder Urtieren gehörender Wesen, die während ihres Lebens imstande sind, den im Meerwasser gelösten kohlensauren Kalk in sich aufzunehmen und auf ihrer Oberfläche in Gestalt von Gehäusen, die mehr oder weniger zahlreiche Öffnungen und oft auch strahlig nach allen Seiten auseinandergehende Stacheln tragen, auszuscheiden. Aus den Öffnungen werden die Scheinfüßchen, einfache fadenförmige Ausflüsse des schleimigen Körperinhalts, mit denen diese Wesen ihre Nahrung ergreifen, ausgestreckt. Da eine Form dieser Formaniferen, die Globigerinen, mit ihren Schalen den weitaus größten Anteil an der Bildung dieses Bodenabsatzes hat, bezeichnet man ihn allgemein als Globigerinenschlamm. Die Zahl dieser Kalkschalen spottet jeder Beschreibung. So fand Gümbel in 1 ccm des Schlammes nach möglichst genauer Zählung 225000 Schalen dieser Tiere oder Reste davon; sie sind vermischt mit Sand- und Mineralkörnern, Kalk- und Kieselstäbchen anderer Tiere und winzigen Teilchen kosmischen Staubes, und gelegentlich finden sich auch darunter zahl-

reiche Kokkolithen und Rhabdolithen, die zierlichen Kalkplättchen und -stäbchen einzelliger Organismen aus der Klasse der Chrysomonadinen. Der Globigerinenschlamm bedeckt nach ungefährer Schätzung $^2/_5$ des heutigen Meeresbodens und findet sich nach Murray erst 75 bis 100 km von der Küste entfernt, und zwar in Tiefen bis etwa 3500 m; er bedeckt einen großen Teil des Atlantischen Ozeans, wo sein Gebiet infolge des Golfstromes weiter nach Norden reicht als nach Süden. In kälteren Meeren tritt an seine Stelle zuweilen der Biloculinaschlamm, so zwischen Island und Spitzbergen. Dieser Kämmerling lebt, ebenso wie andere Foraminiferen, die die Valdivia auf der Agulhasbank erbeutete, auf dem Meeresboden, die Globigerina und ihre Verwandten sind aber Bewohner des freien Wassers, in dem sie sich mittels ihrer langen Fortsätze schwebend erhalten; sobald sie in kälteres Wasser gelangen, sterben sie ab und sinken ihre Schalen langsam zu Boden. Ein ununterbrochener Regen dieser Kalkschalen, wenn dies Bild hier gebraucht werden darf, rieselt also auf den Meeresboden hernieder. Er ist eine einzige riesige Begräbnisstätte; wie auf einem Friedhofe lagern hier die Skelette von Freund und Feind dicht nebeneinander. Bei neueren Untersuchungen der Bodenbedeckung des Atlantischen Ozeans hat sich gezeigt, daß stellenweise eine Schichtung des Globigerinenschlammes vorhanden ist, so daß die oberen 2—7 cm reicher an den Schalen dieser Rhizopoden sind als die darunter liegenden. Woher diese Schichtung der Sinkstoffe kommt, die sich jedenfalls während langer Zeiträume vollzogen hat, wissen wir nicht. Ähnliche Schichten noch auffallenderer Art hat auch die Deutsche Südpolarexpedition festgestellt. Die Foraminiferen haben einen nicht unbedeutenden Anteil an der Bildung unserer festen Erdrinde gehabt; ganze Gebirge sind aus ihren Schalen aufgebaut. So sind die Kreideberge Rügens fast ganz von ihnen gebildet; die Schalen eines anderen Kämmerlings, der Miliola, haben zumeist den Kalkboden des Seine-

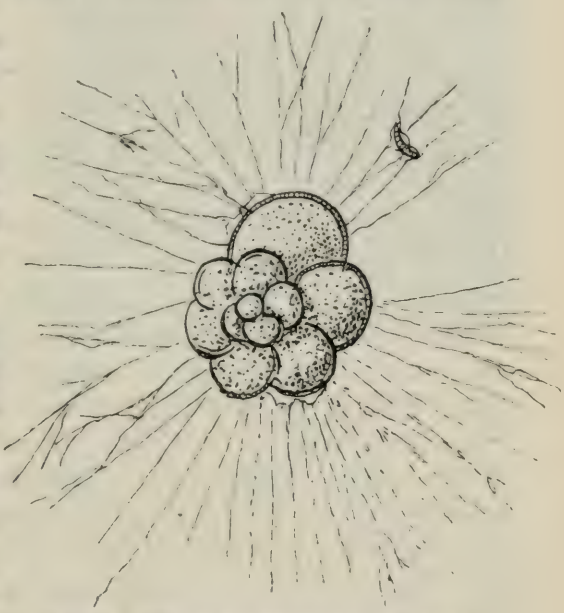


Abb. 7. Lebende Foraminiere (Rotalia) mit ausgestreckten Scheinfüßchen.

beckens geschaffen und einem großen Teile von Paris die Bausteine geliefert. Jahrtausendelang haben sich die Ablagerungen solcher Kalkschalen auf dem Boden der ehemaligen Meere angesammelt, der Druck des Wassers und der darüber liegenden Schichten hat sie fest zusammengepreßt und verkittet, und als bei einer späteren Störung der Erdrinde die Verteilung von Land und Wasser eine andere wurde, verhärtete sich die ganze Masse zu dem heutigen Gebilde. — In je größere Meerestiefen wir hinabsteigen, desto mehr nehmen allmählich die Foraminiferenschalen ab. Früher nahm man an, daß es der mit der Tiefe und dem steigenden Druck zunehmende Kohlensäuregehalt sei, der die Kalkschalen auflöse. Tatsächlich sind die tiefen Schichten des Meeres auffallend kalkarm, der Grund hiervon ist uns aber, wie wir später sehen werden, zurzeit noch nicht recht bekannt. An die Stelle der Foraminiferen treten im Indischen und auch in einigen Teilen des Stillen Ozeans, sowie vornehmlich in den Polarmeeren in einer mittleren Tiefe von 2700 m die Kieselschalen der Diatomeen. Dies sind bekanntlich mikroskopisch kleine, auch frei im Wasser schwebende, einzellige Algen, von gelblicher bis brauner Färbung, die im Leben die im Wasser gelöste Kieselsäure aufnehmen können und sie in Gestalt von sehr zierlichen Kieselpanzern abscheiden. Das Mikroskop zeigt uns oft überraschend schöne Formen von Schiffchen, Scheiben und Stäbchen, aus zwei Teilen wie eine Schachtel gebildet, deren Flächen wie in getriebener Arbeit ausgeführt erscheinen. Auch im süßen Wasser finden sie sich in hübschen Formen, und auch sie haben tätigen Anteil am Bau unserer Erdrinde genommen; auf solcher Diatomeenerde steht bekanntlich ein Teil der Stadt Berlin.

Eine andere Ablagerung von Kieselpanzern stellt der Radiolarienschlamm dar, der im Atlantischen Ozean fast gänzlich fehlt, dagegen im Westen und in der Mitte des Großen Ozeans in der Tiefe von meist mehr als 5000 m große Teile des Meeresbodens bedeckt. Er stellt trocken ein gelbbraunes, feines Pulver dar. Auch die Radiolarien (Abb. 8) oder Gittertierchen sind pelagische, d. h. frei im Wasser lebende, einzellige Urtiere. Viele von ihnen zeigen einen kugeligen Bau; aber auch andere sehr hübsche Formen sind häufig vertreten. Der zarte Körper dieser Tierchen wird durch Kieselstrahlen, die vom Innern ausgehen, gewissermaßen getragen und im Wasser in der Schwebe gehalten; innere und äußere Kapseln stützen diese Strahlenbüschel und schaffen dadurch Formen von überraschender Schönheit. Im Radiolarienschlamm finden sich auch Reste von anderen Tieren. Häufig sind zierlich gebildete Sechsstrahler und Nadeln (Abb. 9) von Kieselschwämmen

so fanden die Grundnetze der Valdivia ein 5 mm dickes Bruchstück einer Kieselnadel eines zur Gattung Monorhaphis gehörigen Schwammes, dessen ursprüngliche Länge auf 3 m geschätzt werden kann.

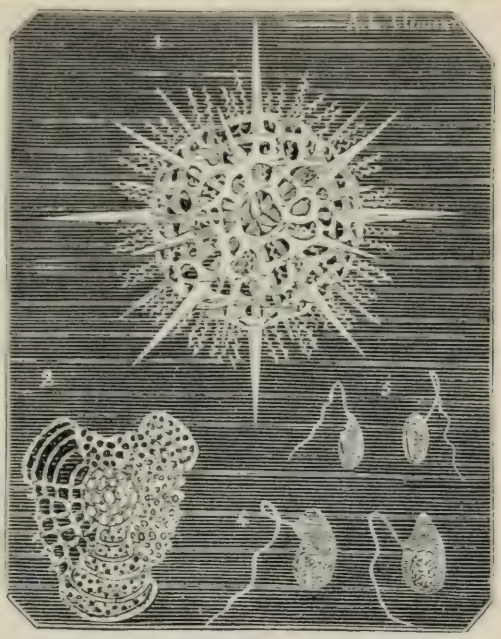


Abb. 8. Radiolarien aus dem Oberflächenwasser des Mittelmeeres. (Aus Marshall.) 1. Lychnaspis, 2. Euchitonia, 3. 4. Sporen.

Den größten Teil des Bodens besonders der Meere der wärmeren Klimate bedecken aber von etwa 5000 m an bis zu den tiefsten Stellen Schichten von ganz anderer Zusammensetzung, der rote Tiefseeton (red clay), eine durch Eisenoxyd und Mangan bald heller, bald dunkler gefärbte Masse, die an der Luft hart wie Töpferton wird. Die Foraminiferenschalen sind hier fast völlig verschwunden; ihre Kalkgehäuse sind aufgelöst. Er enthält neben Kieselnadeln von Gittertierchen und Schwämmen sehr feine Flitterchen von kosmischem Staub, in einigen Gegenden, so an der Westküste Afrikas, wo sich um die Kap Verdischen Inseln als Mittelpunkt ein großes Gebiet roten Tiefseetones findet, Staubmassen aus der westlichen Sahara, in anderen in großen Mengen die Auswurfsmassen unterseeischer oder oberirdischer Vulkane. Die Herkunft dieses so weit verbreiteten roten Tiefseetones ist auch heute noch nicht ganz klar; während Thomson für ihn ebenfalls eine animalische Entstehung annehmen zu müssen glaubte, stellte Murray die heute wohl am meisten geltende Ansicht

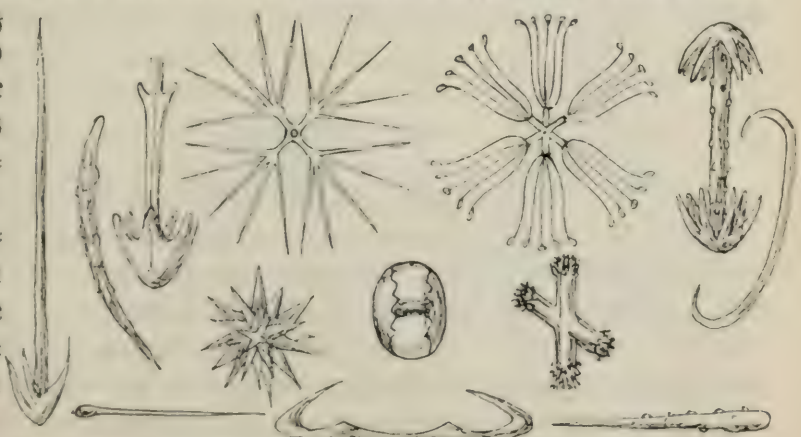


Abb. 9. Kieselnadeln und Kieselsterne verschiedener Schwämme.

auf, daß er anorganischen Ursprungs sei. Über unterseeische Vulkane wissen wir, wie wir bereits sahen, nichts Feststehendes; wahrscheinlich ist ihre Verbreitung aber viel größer als wir bislang annahmen. Aber auch die Auswurfsmassen der festländischen Vulkane fallen ins Meer und werden durch Luftströmungen oft sehr weit fortgeführt. Walther teilt mit, daß die Asche des Krakatau von der Sundastraße 3000 km weit durch Winde fortgetragen wurde. Die Bildung dieses roten Tiefseetones muß aber ungeheuer langsam vor sich gehen; wohl Jahrtausende sind nötig, um den Boden in eine nur wenige Finger dicke Schicht einzuhüllen. Durch nichts wird die langsame Entstehung dieser unterseeischen Bodenschicht so gut erläutert als durch das bemerkenswerte Vorkommen von Wirbeltierresten in ihr. Das Schleppnetz hat nämlich vom Grunde des roten Tones eine große Menge von Haifischzähnen, von den festen, über faustgroßen runden Knochen aus den Felsenbeinen der Waltiere, sowie Gehörsteine von Knochenfischen heraufgebracht. Die Haifischzähne gehörten zum Teil Formen an, die heute nicht mehr leben und uns sonst nur als Versteinerungen des Tertiärs Kunde von längst entschwundenen Zeiten geben. Nicht nach Jahrhunderten kann die seitdem verflossene Zeit gemessen werden, und doch genügt das Wühlen des Schleppnetzes im weichen Meeresboden, um sie freizulegen. Sie sind oftmals schalenförmig umgeben von einem festen, Braunstein und Eisenoxyd enthaltenden Ton und bilden dann die sogenannten Manganknollen, die von der Größe einer Haselnuß bis zu der eines mäßigen Apfels vorkommen und von Gümbel als Erzeugnisse unterseeischer Sprudelquellen angesehen werden. Auch vulkanische Bimssteinstückchen und Mineralkörnchen können als Kerne dieser Knollen auftreten, die stellenweise den Meeresboden dicht bedecken. So hat die Meeresforschung auch auf die Geologie sehr belebend eingewirkt.

IV. Abschnitt.

Die Temperaturverhältnisse der Ozeane.

Schon seit langen Jahren war bekannt, daß das Meerwasser an der Oberfläche verschiedene Temperaturen hat, und man wußte auch, daß die Wärme des Wassers am Meeresspiegel im allgemeinen von den Polen nach dem Äquator hin zunehme. Die neueren Untersuchungen haben diese Ansicht bestätigt. Zur Feststellung der Oberflächentemperatur bedarf man nur eines genau gehenden Thermometers. Anders verhält es sich mit der Wärmemessung der Tiefsee. Noch Herschel stellte

den Grundsatz auf, daß in großen Tiefen überall eine gleichmäßige Temperatur von ca. 4° C herrsche. Die Ausmessung der Bodentemperatur im Meere stellte aber auch ungleich viel größere Anforderungen an die Apparate als die Bestimmung der Oberflächenwärme. Zunächst handelte es sich darum, Thermometer herzustellen, die den außerordentlichen Druck in den Tiefen aushalten und trotzdem genaue Angaben machen. Der „Challenger" hatte Tiefseethermometer an Bord, die einen Druck von 3500 kg auf den Quadratzoll aushielten, was dem Gewichte einer etwa 4800 m hohen Wassersäule entspricht. Als nun einst die Instrumente in fast 7000 m Tiefe versenkt wurden, kamen zwei von ihnen zerdrückt an Bord zurück. Deshalb wird das viel angewandte Tiefseethermometer von Miller-Casella auch in eine feste Kapsel gesteckt, und der Raum zwischen dieser und dem eigentlichen Thermometer mit Alkohol ausgefüllt. Der Miller-Casellasche Apparat ist im Grunde genommen ein Maximum- und Minimum-Thermometer, das durch zwei Schwimmer die höchste und niedrigste erreichte Temperatur selbständig aufzeichnet. Mit Hilfe dieses Thermometers konnte man also feststellen, welches der niedrigste Wärmegrad war, den die Wassersäule an dem Orte erreichte, wo es versenkt wurde. Es kommt aber bei den Temperaturmessungen des Meerwassers in vielen Fällen weniger auf diesen Punkt an, als vielmehr darauf, zu erfahren, wie sich die Temperatur in den verschiedenen übereinander liegenden Meeresschichten verteilt, welche in dieser, welche in jener herrscht. Für diese Messungen geeignete Thermometer (Abb. 10) verfertigen seit Jahren Negretti und Zambra in London. Ihr Hauptunterschied von den sonst gebräuchlichen besteht darin, daß das Rohr oberhalb des Quecksilberbehältnisses, wo zugleich sein Hohlraum sich verengert, einen kniefömigen Knick erhalten hat. Stellt man ein solches Thermometer auf den Kopf, so reißt an der verengten Stelle der Quecksilberfaden ab und behält bis auf ganz ge-

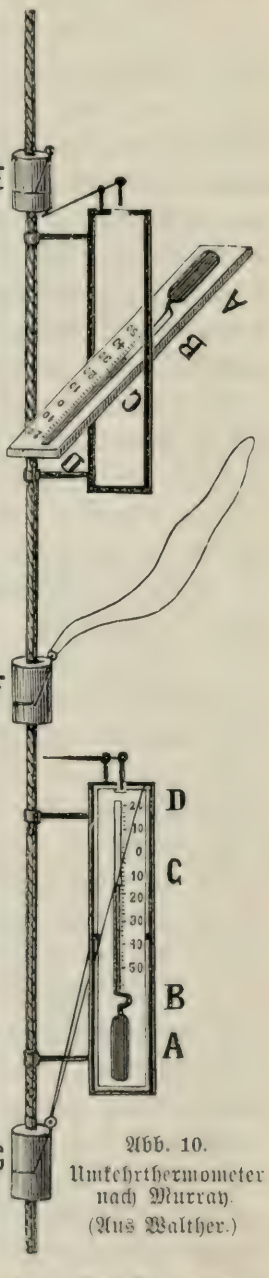


Abb. 10.
Umkehrthermometer nach Murray.
(Aus Walther.)

ringe Unterschiede seine bis dahin erreichte Länge bei. Von diesen Umkehrthermometern werden nun eine Anzahl in gewissen Abständen an dem Lotungsdraht befestigt und in die gewünschte Tiefe versenkt. Dann werden durch Gewichte, die man hinabgleiten läßt, durch einen einfachen Mechanismus die Thermometer der Reihe nach herumgedreht, und sie verbleiben in dieser Stellung, bis sie heraufgeholt werden. Es ist klar, daß die Apparate für die Messung der Tiefseetemperaturen in bezug auf Druck und Leistungsfähigkeit sehr genau gearbeitet sein müssen und auch öfterer Nachprüfung bedürfen. — Nach einer anderen Methode (von Peterssон-Nansen) untersucht man die Temperatur der Tiefenwasser erst an Bord, nachdem man eine Probe in besondern, eine Temperaturveränderung möglichst ausschließenden Gefäßen aus einer gewissen Tiefe heraufgeholt hat.

Wir wenden uns jetzt zu den Wärmeverhältnissen im Meere selbst. Sowohl die Lufthülle als auch die Wasserhülle, die die Erde umgibt, erhält ihre Wärme von der Sonne. Ihre warmen Strahlen werden entweder von der Erd- oder Wasseroberfläche aufgesogen, oder zurückgeworfen und wieder abgegeben. Die Luft wird also von unten her durch Ausstrahlung erwärmt, während das Meer von oben her eine Wärmezufuhr erhält, die in erster Linie dadurch hervorgerufen wird, daß die durch starke Erwärmung und Verdunstung salzreicher gewordenen Wassermassen fortwährend herabsinken. Deshalb sehen wir, daß dort, wo beide Elemente zusammenstoßen, also am Meeresspiegel, beide annähernd dieselbe Wärme haben; die Luft ist (abgesehen von den Polargebieten) durchschnittlich um 1^0 C kälter als das Oberflächenwasser. Je weiter wir uns von der gemeinsamen Wärmequelle entfernen, desto mehr nimmt die Temperatur in beiden Richtungen ab. Die Bedeutung der Oberflächenwärme des Meerwassers für das Klima der den Küsten benachbarten Länder ist bekannt; wir werden bei der Besprechung der Meeresströmungen noch näher darauf eingehen müssen. Das Meerwasser erwärmt sich langsamer als die Landmassen, kühlt sich aber auch langsamer ab als diese und wirkt somit ausgleichend. Wenn wir auf eine Karte blicken, auf der die Jahresisothermen verzeichnet sind, d. h. Linien, die die Orte gleicher Durchschnittstemperatur im Jahre verbinden, so sehen wir, daß diese auf den Ozeanen einen viel regelmäßigeren Verlauf zeigen als auf dem Festlande; sie nehmen dort, soweit sie nicht durch Strömungen beeinflußt werden, fast parallele Richtung an. Die Temperaturgegensätze am Tage und die Jahresschwankungen sind also auf dem offenen Meere viel geringer als auf dem festen Lande. Sie betragen z. B. auf dem Atlantischen

Ozean unter 35° nördlicher Breite nur 7,3°; im Februar ist die Durchschnittstemperatur 16,7°, im August 24°; nach Krümmel ist weiter südlich in 10° nördlicher Breite die tiefste Temperatur im März 24,8°, die höchste im September 27,5°, was eine Wärmeschwankung von nur 2,7° bedeutet. Minima und Maxima der Erwärmung treten auf dem Meere viel später ein als auf dem Festlande; erstere erst im Februar oder März, letztere im August oder September. Im allgemeinen sind die Ozeane auf der nördlichen Halbkugel an ihrer Oberfläche etwas wärmer als unter den entsprechenden südlichen Breiten; das hat darin seinen Grund, daß nach Süden hin, wie wir noch sehen werden, eine offenere Verbindung mit dem kalten Südpolarwasser besteht. Die Deutsche Südpolarexpedition unter E. v. Drygalski fand als höchste Temperatur auf ihrer Reise 29,5° auf 7° nördlicher Breite. In abgeschlossenen Meeresteilen kann die Oberflächentemperatur aber noch höher steigen; die höchste Oberflächentemperatur von 32,5° fand die „Pola"-expedition im Roten Meere, und im Persischen Golfe wurde 35,6° angetroffen.

Die verschieden erwärmten oberen Schichten der Meere üben auf die darüber liegenden Luftschichten einen ähnlichen Einfluß aus, wie wir ihn von großen Landmassen kennen. Wir wissen heute, daß auf den Ozeanen dort, wo große Temperaturunterschiede des Oberflächenwassers sich vorfinden, auch die Heimat der Stürme ist. Viele von ihnen, die über den Atlantischen Ozean herüber zu uns kommen, sind im Süden von Neufundland und Neuschottland entstanden, wo die warmen Gewässer des Golfstromes einen auffallenden Temperaturgegensatz zu den kalten Strömen aus dem Norden bilden. Auch der Süden vom Kap der Guten Hoffnung ist bekanntlich durch große und schwere Stürme ausgezeichnet, die ebenso wie im Südwesten von Südamerika und im Nordosten von Japan solchen Temperaturgegensätzen ihre Entstehung verdanken.

Ein vollständiger Umschwung hat sich infolge der Tiefseeforschung mit unseren Ansichten aber über die Wärmeverteilung in den tieferen Wasserschichten vollzogen. Wie schon gesagt, glaubte man auf Grund der Beobachtungen von Dumont d'Urville (1826), Wilkes und James Roß (1842) annehmen zu müssen, daß der Meeresgrund von einer gewissen Tiefe an überall eine gleichmäßige Wärme von + 4° C zeige, eine Temperatur, bei der bekanntlich das süße Wasser seine größte Dichte besitzt. Es mußte nach dieser Annahme also in den Polarmeeren nach der Tiefe eine Zunahme der Wärme bis + 4° stattfinden, in den Äquatorialgegenden eine entsprechende Abnahme. Zwi-

schen beiden sollte auf jeder Halbkugel ein Gürtel vorhanden sein, auf dem das Meer von oben bis unten die gleiche Wärme habe, die „homotherme Grundschicht", die Nord und Süd beide Male wie eine Mauer trenne. Die Wärmemessungen der Meerestiefen in den letzten Jahrzehnten haben diese Vorstellung, die sich allgemeiner Anerkennung erfreute, ganz über den Haufen geworfen. Allerdings dringen die wärmenden Wirkungen der Sonnenstrahlen in nur sehr geringe Tiefen ein, da das Wasser sehr viel Wärme verschluckt und sie auch schlecht fortleitet. So machen sich die Jahresschwankungen, wie wir sahen, schon in 150 bis 200 m Tiefe, die Gegensätze der Tagestemperaturen schon in geringerer Tiefe nicht mehr bemerkbar. Im Roten Meere ist der Einfluß der letzteren höchstens bis 100 m Tiefe nachweisbar.

Die zahlreichen Reihentemperaturen, die zur Feststellung der senkrechten Wärmeverteilung gemessen worden sind, haben demgemäß auch gezeigt, daß die Wärme des Meerwassers im allgemeinen mit zunehmender Entfernung von der Oberfläche bis zum Boden hin abnimmt. Diese Abnahme erfolgt innerhalb der ersten 300 m sehr rasch, dann langsamer bis zur Tiefe von ungefähr 1100 m. Von hier bis in die größten Tiefen ist die Temperatur eine ziemlich gleichmäßige und bewegt sich zwischen $+2^0$ und 0^0; in den Polargegenden kann sie auf dem Grunde infolge der kalten Schmelzwässer auch unter 0^0 sinken.

Die nebenstehende graphische Darstellung (Abb. 11) der Temperaturabnahme im Atlantischen und Stillen Ozean, die von Hann aus Mittelwerten aus verschiedenen Reihentemperaturen zusammengestellt ist, läßt die Verhältnisse deutlich erkennen. Danach verläuft die Wärmeabnahme im äquatorialen Teil des Stillen Ozeans zwischen den beiden Breitengraden von 3^0 folgendermaßen:

Tiefe in m:	Temperatur:	Unterschiede:	Tiefe in m:	Temperatur:	Unterschiede:
0	28,0 ° C		1440	3,0 ° C	
		6,3 ° C			0,5 ° C
180	21,7		1620	2,5	
		11,7			0,3
360	10,0		1800	2,2	
		2,5			0,2
540	7,5		1980	2,0	
		1,3			0,1
720	6,2		2160	1,9	
		1,2			0,1
900	5,0		2340	1,8	
		0,8			0,1
1080	4,2		2520	1,7	
		0,7			0,1
1260	3,5		2700	1,6	
		0,5			
1440	3,0				

Anfangs macht sich demnach noch die Oberflächenwärme bemerkbar dann aber erfolgt die Temperaturabnahme sehr rasch, und die Kurve fällt steil; je tiefer wir aber gelangen, desto geringer werden die Unterschiede, bis sie schließlich fast unmerklich sind.

In den Tiefen der Ozeane schwebt also das hinabgelassene Thermometer, wie zahlreiche Messungen in allen offenen Meeresteilen ergaben, in fast eiskaltem Wasser; so fand auch die Valdivia-Expedition im Atlantischen Ozean ein wenig südlich vom Äquator bei fast 5700 m Tiefe eine Temperatur von nur 1,9° C. Der Unterschied zwischen Oberflächen- und Bodentemperatur ist natürlich an den Polen am geringsten; er betrug an der Westküste von Grönland (nach Walther) bei 3000 m Tiefe die Differenz von + 3° bis — 1,5°, also 4,5°. In den tropischen Meeren mit stark erwärmter Oberfläche ist sie natürlich bedeutend größer; so stellte die „Gazelle" im tropischen Teile des Stillen Ozeans einen Unterschied von + 29° bis + 1,6° oder 27,4° fest, bei dem gleichen Abstand von 3000 m. Die geringe Wärme in den Tiefen der Ozeane wird dadurch verursacht, daß beständig

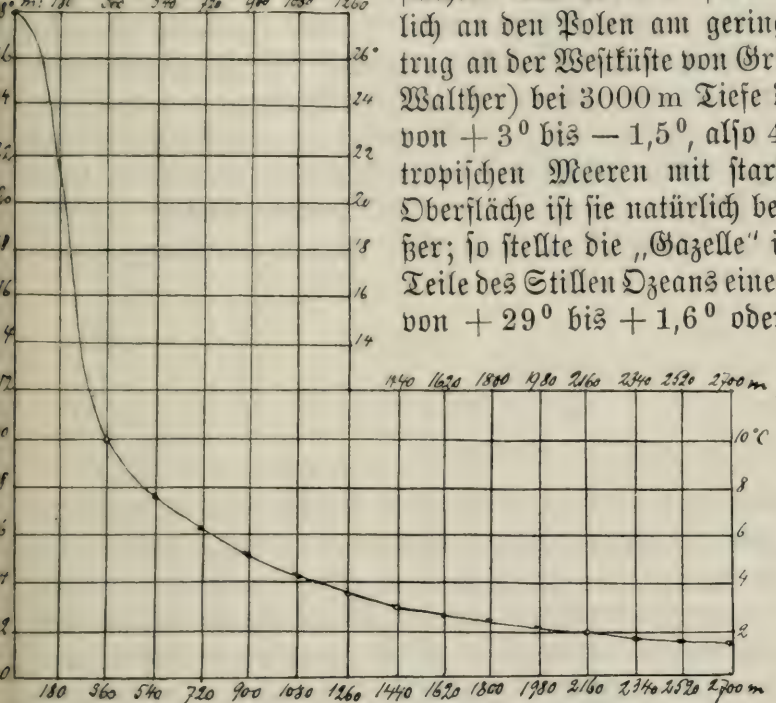


Abb. 11. Temperaturabnahme im äquatorialen Teil des Stillen Ozeans zwischen 3° nördl. und südl. Breite. (Nach Hann.)

von den Polen her zum Äquator Ströme kalten Wassers auf dem Boden hinziehen, ein Ersatz für die in umgekehrter Richtung geführten Wassermengen der warmen Oberflächenströme. Die Mächtigkeit der ersteren mag vom Boden gemessen durchschnittlich 3600 m betragen.

Die Temperatur auf dem Grunde der Ozeane schwankt, wie wir sahen, um etwa 4,5°; dem Minimum von — 2,5° in den Polarmeeren steht ein Maximum von + 2° in den äquatorialen Breiten gegenüber. Wo aber liegt dieses Maximum? Man sollte denken, unter oder wenigstens ganz in der Nähe des Äquators. Das ist aber nicht der Fall. Wenn wir auf dem Boden des Atlantik mit dem Thermometer in der Hand vom Äquator her nach Norden wandern könnten, so würde dieses anfangs ungefähr 0° zeigen; wenn wir uns aber vom Äquator entfernen und nach Norden wandern würden, so träfen wir Temperaturen

von $+1^0$ bis $+2^0$ an, erst bei weiterer Annäherung an die Polarmeere würde es 0^0 bis $-1{,}5^0$ zeigen, bis wir in diesen selbst das Minimum von -2^0 bis $-2{,}5^0$ vorfänden. Also nicht unter dem Äquator finden wir die wärmsten Bodenschichten, sondern nördlich von ihm. Auch diese Erscheinung wird dadurch verursacht, daß von Süden her kalte Bodenströme ungehindert in die Ozeane eindringen können, während im Norden unterseeische Schwellen sich ihnen in den Weg stellen. Diese haben also auf die Wärmeverhältnisse der Tiefsee denselben Einfluß, wie ihn unsere festländischen Gebirge auf das Land ausüben, von dem sie die kalten Winde abhalten. So kommt es, daß im allgemeinen die Bodenschichten der südlichen Teile der Ozeane kälter sind als die unter gleichen Breiten befindlichen nördlichen. Im Atlantik fand die „Valdivia" auf ihrer Reise nach dem Süden folgende Bodentemperaturen:

unter dem Äquator	$+1{,}7^0$ C
unter dem südlichen Wendekreise	$+1{,}0^0$ C
zwischen Kap d. G. H. und der Bouvet-Insel . .	$+0{,}4^0$ C
zwischen dem 55. und 64. Breitengrade	$-0{,}4^0$ C

In noch offenerer Verbindung mit dem kalten Südpolarmeer als der Atlantik steht der Große Ozean; deshalb finden wir auch in ihm in der Tiefe von 2700 m und mehr eine um 1^0 geringere Temperatur als in jenem. Lehrreich sind auch folgende Beispiele. Der südliche Atlantische Ozean wird, wie wir sahen, durch einen südlich streichenden Rücken in zwei tiefe Gräben geteilt; während nun westlich von diesem im brasilischen Becken eine Bodenwärme von $-0{,}6^0$ gemessen wurde, zeigt der östliche Graben eine Tiefentemperatur von $+1{,}9^0$, also einen Unterschied von $2{,}5^0$, weil dort ein vom Massiv des Rückens nach der Westküste von Afrika sich hinziehender Querriegel, der „Walfischrücken", der sich bis zu 3000 m der Oberfläche nähert, ein Vordringen der kalten Bodenwasser von Süden her verhindert, was bei dem nach Süden offeneren brasilischen Becken nicht der Fall ist. Ähnliche bedeutende Unterschiede sind auch aus dem Norden des Atlantischen Ozeans bekannt, wo eine unterseeische Erhebung zwischen Schottland, Island und Grönland, die sich bis auf 500 m dem Wasserspiegel nähert und zu Ehren des Leiters der Challengerfahrt „Thomson-Rücken" genannt wird, die kalten Bodenwasser des Polarmeeres von den wärmeren des Atlantischen Ozeans trennt. Auf seinem nördlichen Abhang maß man $-0{,}6^0$, auf seiner Südseite bei annähernd gleicher Oberflächentemperatur und in derselben Tiefe $+6$ bis $+10^0$ (Walther);

während im Norden eine reine Polarfauna angetroffen wurde, fehlten die diese kennzeichnenden Tiere, sobald man den Rücken überschritten hatte. Derartige Abweichungen von den allgemein geltenden Grundsätzen können aber auch dadurch hervorgerufen werden, daß die kälteren Bodenströme beim Zusammentreffen mit anderen emporgepreßt werden oder durch andere später zu erwähnende Einflüsse steigen und sich dann über wärmere Ströme hinwegschieben können. Das in eine solche Schichtung von wärmerem und kälterem Wasser hinabgelassene Thermometer kann natürlich nicht die sonst bestehende allmählich zunehmende Temperaturerniedrigung vorfinden. So zeigten die Thermometer H. Mohns 1877 im Norden der skandinavischen Halbinsel unter dem 79. Breitengrad:

Oberfläche	11,6 ° C		
in 18 m Tiefe	7,4		
„ 37 „ „	5,5		
„ 73 „ „	4,9	Abnahme.	
„ 110 „ „	3,7		
„ 146 „ „	2,9		
„ 183 „ „	2,6		
		in 183 m Tiefe	2,6 ° C
		„ 201 „ „	2,8
		„ 219 „ „	3,7
		„ 274 „ „	4,0
		„ 411 „ „	4,0

Zunahme.

Es fand sich also, daß von rund 190 m Tiefe wieder eine Zunahme der Temperatur stattfand. Aber es kann, wie aus dem vorhin Gesagten hervorgeht, durch Unterströmungen sogar der Fall eintreten, daß das Lot beim Hinablassen mehrere Schichten von verschiedenem Wärmegrad durchläuft; so wurde von der antarktischen Expedition, die 1892 das südliche Polarmeer auf seine Ergiebigkeit hinsichtlich des Walfischfanges untersuchen sollte, das Vorhandensein einer solchen kälteren Zwischenschicht festgestellt. Auch der „Albatroß" fand auf seinen Reisen (1890—1895) im Beringmeer eine rasche Abnahme der Temperatur bis 100 m, dann eine Zunahme bis 400 m, von da bis 800 m eine fast gleiche Wärme und von 800 m bis zum Grunde (2129 m) eine beständige Abnahme bis zu 1,5 °. Spätere Untersuchungen haben noch häufig derartige Abweichungen von der Regel festgestellt.

In Meeresteilen, wohin die kalten Bodenströme nicht gelangen können, wird die Tiefentemperatur eine höhere sein. Offenbar ist die Bewegung der ersteren nur sehr gering, da sie sonst die unterseeischen Schwellen leicht würden übersteigen können. Das Mittelländische Meer ist durch die noch nicht 13½ km breite Schwelle bei Gibraltar, die sich zwischen Kap Trafalgar und Kap Spartel bis auf 311 m dem Meeresspiegel nähert, fast ganz vom Atlantischen Ozean abgeschlossen. In ersterem nimmt im Sommer die Temperatur sehr rasch bis etwa 100 m Tiefe ab, am schnellsten zwischen 30 und 70 m, dann immer

langsamer, von 400 m bis 1000 m nur noch um ca. $^1/_2{}^0$ C. Von 1000 m an abwärts findet keine nennenswerte Wärmeabnahme mehr statt, und bis zum Grunde von 4400 m herrscht eine nahezu gleichmäßige Wärme von ca. 13,5°. Im Winter kühlen sich auch die sonst wärmeren Oberflächenschichten stärker ab, und dann finden wir, daß eine gleichmäßige Temperatur die ganzen Schichten vom Grunde bis zur Oberfläche durchzieht, daß das Wasser dann also die mittlere Wintertemperatur der Küstengebiete zeigt.

Im Roten Meer, wo eine ähnliche Schwelle bei der Insel Perim vorhanden ist, stellte Kapitän Puller zu verschiedenen Zeiten folgende Temperaturen fest:

an der Oberfläche . .	26—30° C,
in 731 m Tiefe . .	21,7° C,
in 1243 m Tiefe . .	21,4° C.

Von 700 m bis zur größten Tiefe von 2190 m ist im Roten Meere, wie auch die Lotungen der Pola-Expedition bestätigten, eine nennenswerte Temperaturabnahme nicht mehr nachweisbar. Die gleichmäßige Schicht beginnt dort schon ganz nahe der Oberfläche und erstreckt sich bis auf den Boden, und man hat auch hier gefunden, daß ihre Wärme der durchschnittlichen Wintertemperatur an der Küste gleich ist. Auch im Golf von Mexiko und im Karaibischen Meerbusen herrscht von 1300 m an bis in die Tiefen von 6000 m eine gleiche Wasserwärme von über 4°. Ähnliche Verhältnisse können also auch eintreten, wenn ein Teil des Meerbodens sich beckenförmig eingesenkt hat und von trennenden Bodenschwellen umgeben ist, ohne daß es zu einem abgeschlossenen Binnenmeere gekommen ist. Auch diese mehr oder minder geschlossenen Wälle werden kältere Bodenwässer abhalten, und von der Linie ihrer mittleren Erhebung an bis auf den Grund der Becken wird deshalb eine annähernd gleichmäßige Temperatur herrschen. Dieser Mangel an Zirkulation schafft demnach in den mehr oder weniger vom Weltmeer abgeschlossenen Seebecken eine außerordentlich gleichmäßige Temperatur des Wassers; so finden wir z. B. in der Zulu-See eine gleichmäßige Wärme von über 10° C vom Boden bis zur Höhe von 3600 m; in der China-See herrscht vom Grunde bis zur Höhe von 3600 m dieselbe Temperatur von 2,3° C. Auch die „Valdivia" stellte fest, daß im sumatranischen oder Montawei-Becken von 900 m Tiefe an dieselbe Temperatur von 5,9° sich nachweisen ließ. So hängt also die Wasserwärme der Meerbecken in größeren Tiefen auf das engste mit der mehr oder weniger innigen Berührung mit den kalten Bodenströmen zusammen.

V. Abschnitt.

Die horizontalen und vertikalen Bewegungen im Meerwasser.

Die „ruhelose Fläche" nannten die Alten das Weltmeer. In keinem Augenblicke sind die riesigen Wassermassen der Ozeane in träger Bewegungslosigkeit. Die durch die Oberflächenverdunstung salzreicher und dadurch schwerer gewordenen Wasserteilchen, die Temperaturunterschiede der oberen und unteren Schichten drängen jederzeit auf einen Ausgleich hin, die Winde stauen das Wasser vor sich auf und führen es fort, und andere Mengen müssen an die Stelle der abfließenden treten. Dieser Ausgleich, diese Zirkulation des Wassers, die sich Stunde für Stunde sowohl in wagerechter als auch in senkrechter Richtung vollzieht, ist nicht nur für die Existenz der Organismen des Meeres von der größten Bedeutung, sondern auch für das Klima der Festländer.

Selbst die sonst nur langsam bewegten Tiefenschichten werden — wahrscheinlich öfter als wir denken — durch unterseeische Ausbrüche und Seebeben aus ihrer trägen Ruhe aufgescheucht, Vorgänge, die sich nur gelegentlich auch an der Oberfläche bemerkbar machen werden, dann aber mächtige, alles zerstörende Wellen den Küsten zusenden können. Im Januar 1898 fand an der istrischen Küste zwischen Isola und Kapo d'Istria ein starkes Meerbeben statt; das Meer trat mehrmals vom Strande zurück und kehrte unter mächtigem Anprall zurück. Auf offenem Meere sind derartige Erdstöße je nach ihrer Stärke entweder gar nicht wahrzunehmen oder können alles an Deck Befindliche durcheinander werfen und das Meer in eine Bewegung bringen, daß es wallt und sprudelt wie kochendes Wasser. Manche Gegenden sind, wie wir sahen, derartigen submarinen Erdbeben und Eruptionen ganz besonders ausgesetzt. Das ist leicht zu erklären, da ja auch auf dem Festlande vulkanische Erscheinungen hauptsächlich auf ganz bestimmte Gebiete beschränkt sind. Unsere Kenntnis von diesen Vorgängen in der Tiefe ist noch sehr gering. Von welch elementarer Gewalt derartige vulkanische Ausbrüche sind, davon zeugen folgende Angaben. Durch das Erdbeben, das im Jahre 1854 Simoda in Japan zerstörte, entstanden Stoßwellen, die die Entfernung bis San Franzisko oder 8365 km in etwa $12\frac{2}{3}$ Stunden zurücklegten, also stündlich mehr als 660 km. Das ist ungefähr die Entfernung von Berlin bis zur belgischen Grenze, zu der der Schnellzug aber mehr als 11 Stunden gebraucht. Die Wellenberge folgten einander in Abständen von je 35 Minuten. Bei dem

großen Ausbruch in der Sundastraße, der im August 1883 die Insel Krakatau zerstörte und dessen riesige Wellen die Nachbarküsten von Java und Sumatra verwüsteten, legten erstere nach Wharton die rund 9000 km betragende Strecke bis an die Küste Ostafrikas mit einer Geschwindigkeit von etwa 720 km in der Stunde zurück. Die sehr langen Wellen kamen in Zwischenräumen von etwa einer Stunde an und hatten noch eine Höhe von 30 bis 40 cm. Die Geschwindigkeit der Wellenbewegung bei dem großen japanischen Erdbeben im Jahre 1896 berechnete Davison auf 748 km stündlich.

Eine andere Art der Bewegung der Wassermassen ruft die Einwirkung der Gestirne hervor. Die Erscheinung des periodischen Auf- und Niedersteigens des Meeresspiegels, die sich besonders an den Küsten bemerkbar macht, bezeichnen wir bekanntlich als Gezeiten oder Tiden. Zweimal täglich findet dieses Atmen des Meeres statt, die aufsteigende Bewegung nennen wir Flut, die absteigende Ebbe. Seit der denkwürdigen Festlegung der Gesetze der Gravitation durch Newton wissen wir, daß die Gezeitenwellen Wirkungen der Anziehungskraft des Mondes und der ungleich viel größeren, aber 387 mal weiter entfernten Sonne auf die Erde sind (Abb. 12). Die fluterzeugende Kraft des Mondes ist deshalb ungefähr $2\frac{1}{5}$ mal größer als die der Sonne, weil die Anziehung mit dem Quadrate der Entfernungen abnimmt. Durch die Anziehung dieser Himmelskörper wird auf der ihnen zugewandten Seite der Erde die Wassermasse gehoben und dadurch die Flutwelle geschaffen, während auf der abgewandten Seite infolge der Rotation der Erde eine etwas niedrigere Welle entsteht. Die von diesen Punkten um 90 Längengrade entfernten Orte haben zu gleicher Zeit Niedrigwasser oder Ebbe. Täglich zweimal umläuft also die Erde in einer Zeit von 24 Stunden 48 Minuten — im allgemeinen in einer ihrer Achsendrehung entgegengesetzten Richtung von Osten nach Westen — eine Mondflut und in einem Zeitraum von ca. 24 Stunden eine Sonnenflut; letztere erzeugt eine Welle, die theoretisch noch nicht halb so hoch ist wie die erstere (Abb. 13). Wirken Mond und Sonne zusammen, d. h. stehen sie beide im Meridian, was zweimal monatlich bei Voll- und Neumond eintritt, so entstehen die Springfluten (Abb. 12, I, II); stehen sie in der Quadratur (Abb. 12, III), so heben sich ihre Wirkungen teilweise auf, und wir haben eine taube oder Nippflut. Der Höhenunterschied zwischen beiden beträgt beispielsweise bei Helgoland, wo die Springflut bis 2,8 m steigt, 1 m. Auf dem umstehenden Schema (Abb. 13) bezeichnet die ausgezogene Linie den Verlauf und die Größe der Mondflut, die punktierte die der Sonnenflut, und die gestrichelte stellt die aus

beiden resultierende Flut innerhalb 12 Stunden dar. Der Unterschied zwischen Hoch- und Niedrigwasser macht sich auf den offenen Ozeanen nur wenig bemerkbar; er beträgt nach Krümmel bei Tahiti 40 cm, bei Ascension 60 cm, bei St. Helena 90 cm, in Südgeorgien 80 cm, bewegt sich also auf den offenen Weltmeeren meist zwischen 0,5 und 1,0 m. Anders aber, wenn die Flutwelle auf große Landmassen und

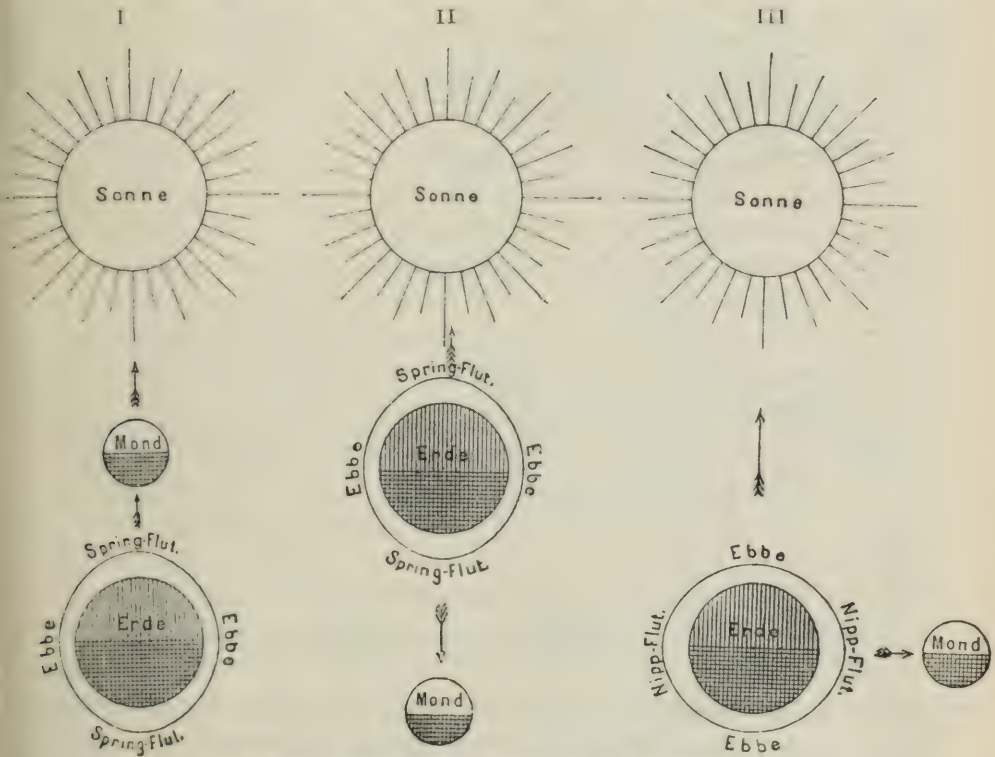


Abb. 12. Entstehung der Spring- und Nippfluten.
(Die Pfeile deuten die Richtung der Anziehung an.)

dabei auf Steilküsten trifft, und vor allem, wenn sie in enger werdende Golfe zu laufen gezwungen wird, wie in den Bristolkanal und besonders in die Fundy-Bay zwischen Neuschottland und Neubraunschweig, wo die Springflut nach Krümmel bis 21,3 m hoch steigt; im Codiac-Flusse werden sogar 20 m Fluthöhe angegeben. Dabei spielt auch die gerade herrschende Windrichtung eine große Rolle. Das Eindringen der Flut in Flußmündungen schafft beispielsweise in der Garonne, im Amazonas, wo sie noch 800 km aufwärts nachweisbar ist, im Zambesi, in der Elbe und Weser eine flußaufwärts gerichtete Gezeitenströmung, die das Eindringen von Seeschiffen weit ins Land hinein ermöglicht und so das Vorhandensein wichtiger Häfen (Hamburg, Bremen,

New-York u. a.), sogenannter Fluthäfen, bedingt. Selbst in der Ostsee vermag die Sturmflutwelle noch beträchtliche Höhen zu erreichen; als die großen Fluten in den letzten Tagen des Jahres 1904 die Wassermassen nach Osten aufgestaut hatten, wurden sie bei umspringendem Winde mit solcher Gewalt zurückgetrieben, daß der Flutmesser in Lübeck eine Höhe von 2,33 m über Mittelwasser zeigte. — Bekanntlich denkt

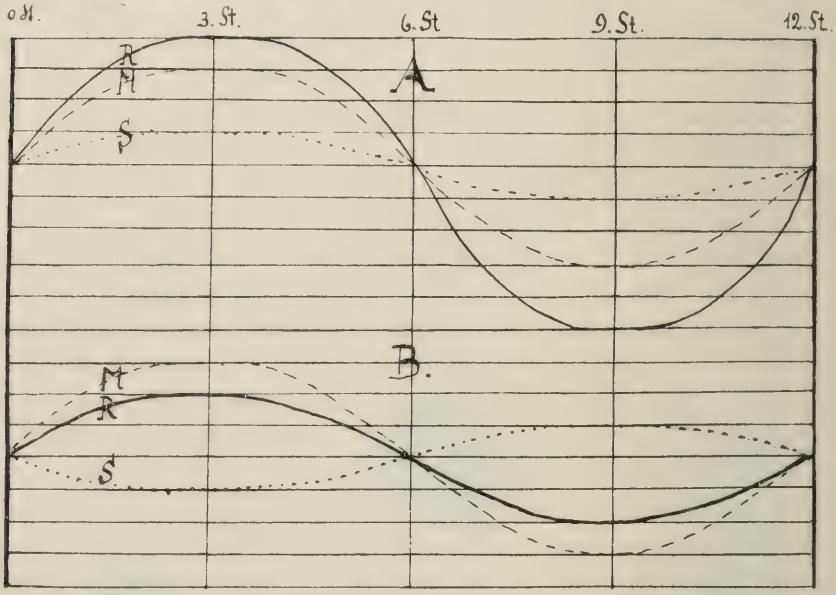


Abb. 13. Mond (M)-, Sonnen (S)- und die aus beiden resultierende Flut (R) bei Neu- oder Vollmond (A) und beim 1. oder 3. Mondviertel (B). (Nach Hann.)

man in neuerer Zeit daran, die gewaltige Kraft der Gezeiten auszunutzen, indem man entweder ihren Druck zu verwerten oder aber die von ihr zugeführten Wassermassen in Sammelteichen auffängt und zum Treiben von Mühlen oder Turbinen zu verwenden sucht.

Wenn die ganze Erde von einer gleichmäßigen Wasserschicht umgeben wäre, so müßte die Hauptflut jedesmal bei dem Durchgang des Mondes durch den Meridian des Ortes stattfinden, d. h. jedesmal nach 12 Stunden 25 Minuten. Auf den weiten Ozeanen kann die Flutwelle sich nun mit gleichmäßiger Schnelligkeit weiter bewegen. So ist festgestellt worden, daß die 1600 (geographische) Meilen betragende Entfernung zwischen der Südküste Australiens und dem Kap der guten Hoffnung in 12 Stunden zurückgelegt wird. Sobald aber die Flutwelle auf Landmassen stößt, tritt eine Änderung und Verlangsamung ein. Nach Krümmel erreicht die Flutwelle — nach Greenwicher Zeit berechnet — um 2^h Kap Finisterre, trifft um 4^h am Eingang zum

Ärmel-Kanal ein und kommt weitere zwei Stunden später durch die Straße von Dover und zugleich im Norden um die Hebriden herum in der Nordsee an, wo diese zwei geteilten Wellen schon Ungleichheiten hervorrufen. Den Unterschied zwischen Kulmination des Mondes und dem wirklichen Eintritt der Flut nennt man die Hafenzeit eines Ortes.

Die ganz überraschenden Verschiedenheiten in der Erscheinung der Gezeiten beruhen, wie wir heute aus den Untersuchungen von Lord Kelvin, G. Darwin, Boergen, Airy u. a. wissen, darauf, daß ihre Bewegung nicht in einer Richtung verläuft, sondern aus vielen einander begegnenden und sich kreuzenden Wellen und Wellensystemen besteht. Die Hafenzeit eines Ortes durch Vorausrechnung sicher zu bestimmen, ist nach unserer heutigen Kenntnis unmöglich. Neben der Stellung von Mond und Sonne wirken auf die Flutwellen außer den schon genannten Faktoren auch noch Luftdruck und Winde, endlich die Hebung des Meeresgrundes und das dadurch flacher werdende Wasser ein, da hierdurch die Voraussetzung, daß die Wasserteilchen beim Fortschreiten der Welle an ihrer Stelle verbleiben, mehr oder weniger zunichte gemacht wird. Wesentlich ist auch der Verlauf der Küstenlinien. An der Südwestküste Englands erreicht nach Wharton die Flut eine Höhe von 5 m und nimmt auf ihrer Wanderung nach Osten allmählich bis Poole (2 m) ab; von da erfährt sie eine Steigerung bis Hastings (8 m), und weiter nach Osten wird sie wieder kleiner. Das ist nur so zu erklären, daß die Welle an der französischen Küste abprallt, und daß diese Reflexionswelle beim Aufstoßen auf eine andere diese entweder verstärkt oder schwächt. Auf solchen sich kreuzenden Wellensystemen beruht auch die Tatsache, daß manche Gegenden, wie die Mündung des Mississippi, nur eine Flut täglich haben, andere, z. B. die Ostküste von Schottland, mehr als zwei innerhalb 24 Stunden, nämlich alle vier Stunden den Eintritt einer Flut erwarten können. Nach Airy kann man überhaupt die Gezeitenwellen in halbtägige von $^1/_2$ Erdumfang Länge, ganztägige, einen Erdumfang lange, und drittens solche, die in noch längeren Zwischenräumen (14 oder 29 Tage, $^1/_2$ und ein Jahr) auftreten, einteilen. Dabei soll nicht von der Hand gewiesen werden, daß auch Vorgänge in der Atmosphäre auf die so sehr komplizierten Erscheinungen der Flutschwankungen einwirken; aus allem geht hervor, daß wir von einer klaren Anschauung auf diesem Gebiete noch recht weit entfernt sind. Auch die Binnenmeere haben ihre — natürlich kleineren — Flutwellen; im Mittelmeer erreicht die Springflut bei Toulon 14 cm, bei Neapel 34 cm; ganz schwach ist sie in der Ostsee (Kiel 7 cm, Memel noch nicht 1 cm), und Spuren finden sich

sogar in größeren Landseen, wo allerdings auch Luftdruckunterschiede mitbestimmend sind.

Viel weniger bedeutend in ihrer Wirkung, aber dem Reisenden trotzdem auffallender ist die Erscheinung des Seeganges. Nur selten ist das Meer spiegelglatt; bei jeder Luftbewegung werden durch den ungleichen Druck des Windes auf die Oberfläche die Wasserteilchen in Bewegung gesetzt; es entstehen Hebungen und Senkungen des Spiegels, die Wellen, deren einzelne Wasserteilchen nach den Gesetzen des Pendels auf und nieder schwingen, bis endlich die Reibung die bewegende Kraft verzehrt. Die Kommandos der deutschen Marinefahrzeuge sind seit einiger Zeit angewiesen, Beobachtungen über Höhe, Länge, Periode und Geschwindigkeit der Wellen anzustellen. Die Höhe, der senkrechte Abstand von dem höchsten Punkte des Wellenberges bis zur Sohle des Wellentales, wird leicht überschätzt; sie richtet sich nach der Stärke des Windes und der Dauer seiner Einwirkung und dürfte auch beim heftigsten Sturme auf offenem Meere selten mehr als 10 m betragen, und Messungen, die bis zu 15 m Höhe feststellten, sind auf unzulängliche Methoden zurückzuführen; in den Randmeeren sind die Wellen niedriger, in der Nordsee z. B. wohl im Maximum 6 m. Wo jedoch die Wellen auf festen Widerstand stoßen, setzt sich ihre wagerechte Bewegung in eine senkrechte um, und da steigen die Brandungswellen oder „Roller" haushoch. Eine berüchtigte Brandungsküste ist die von Madras in Vorderindien.

Die Länge der Wellen beträgt nach Skoresby das 10- bis 20fache ihrer Höhe, ein Verhältnis, das sich nach anderen Beobachtungen bis zum 33fachen erhöhen kann. Nach Kapitän Stanley entspricht einer Wellenhöhe von rund 6 m eine Länge von 90 m und eine Geschwindigkeit von stündlich 46 km, d. i. etwa 12,8 m in einer Sekunde. Bei dieser schnellen Fortpflanzung der Bewegung bleiben die Wasserteilchen, wie ein auf den Wellen tanzendes Korkstückchen zeigt, fast am Ort; sie geben den erhaltenen Anstoß nur weiter und bewegen sich in der Hauptsache nur auf und nieder in der Bahn einer Trochoide, d. i. derjenigen Linie, die ein Punkt der Peripherie eines Kreises beschreibt, der auf einem andern rollt. Die Fortpflanzung dieser Bewegung kann sich bis zu Schnellzugsgeschwindigkeit steigern und die der Minime übertreffen, und so ist es zu erklären, daß der in ruhigem Wasser sich fortsetzende Seegang oder die zurückbleibende Dünung von einem verheerenden Orkan, der vielleicht Tausende von Seemeilen entfernt tobte oder gewütet hat, Zeugnis geben und den Schiffern geradezu als Warnzeichen dienen kann. — Der Fortpflanzung der Wellenbewegung i

die Tiefe sind viel engere Schranken gesetzt. Ihre Grenze liegt, wie man auf theoretischer Grundlage berechnet hat, 350 mal tiefer als die Wellenhöhe; doch diese Tiefe wird niemals erreicht, so daß es den pelagisch lebenden Tieren leicht ist, sich vor einem nahen Unwetter in die ruhigen tieferen Gründe zurückzuziehen.

Die wunderbare Erscheinung der Oberflächenströme im Meere, gleichsam der Bewegung von Flüssen in den Ozeanen mit oft deutlich erkennbaren Ufern, bedeutend wärmerem oder kälterem Wasser, verändertem Salzgehalt, abweichender Färbung und anderem Tier- und Pflanzenleben, war den Bewohnern der ozeanischen Küsten schon seit langem bekannt — die erste Karte der Meeresströmungen zeichnete Athanasius Kircher — wenn auch ihre Entstehung, ihr Verlauf und ihr Einfluß auf das Klima der Festländer erst viel später genauer erforscht und erkannt wurde. Holzstücke und andere angeschwemmte Dinge, die nicht dem heimatlichen Boden entstammen konnten, machten wohl zuerst auf diese merkwürdigen horizontalen Bewegungen des Meeres aufmerksam; solche Fundstücke waren auch der erste Hinweis auf jene Drift von Ost nach West, der Nansen sich und sein Schiff mutig anvertraute. Die Strömungen machten sich des weiteren aber den Seeleuten noch bemerkbar durch die Schiffsversetzung, d. i. den Unterschied zwischen der berechneten und der durch Beobachtung der Gestirne festgestellten Lage ihres Fahrzeuges, eine Erscheinung, die man nur durch eine Strömung erklären konnte. Die Schiffer fürchteten sie lange Zeit, da sie in ihnen die Sicherheit der Leitung verloren; erst spät erkannte man die Vorteile, die die Driften den reisenden Schiffen bieten, und seitdem benutzt man sie nach Möglichkeit.

Einen dritten Beweis für die Bewegung der Wassermassen in horizontaler Richtung brachten die Flaschenposten; in früherer Zeit wurden sie ohne Absicht oder nur zu dem Zwecke ausgesetzt, Nachricht von Schiffsunfällen auf hoher See zu geben. Heute bedient sich die moderne Meereskunde ihrer mit Erfolg zur Erforschung der Meeresströmungen, und namentlich die Deutsche Seewarte in Hamburg und das Hydrographische Amt in Washington haben in den letzten Jahren systematisch die Aussetzung solcher Flaschen betrieben und deren Weg verfolgt. Man darf bei der Beurteilung des Wertes derartiger Flaschenposten aber nicht vergessen, daß sie, wie es scheint, oft mehr den Winden als der Richtung der Oberflächenströme zu folgen scheinen. Von 15 Flaschen, die 1896 – 97 im Osten des australischen Festlandes aufgefunden wurden, waren nur drei dem von Norden herkommenden Ostaustralischen Strom gefolgt; acht kamen von Süden, vier von Osten. Zwei Flaschen, die bei Kap Horn

an der Südspitze Amerikas ausgesetzt und an der Küste von Viktoria aufgefunden worden waren, hatten 9000 Seemeilen, acht bis zehn täglich, zurückgelegt. Die Flaschenposten sind also wohl ein Hilfsmittel, aber kein allzu zuverlässiges, und immer noch sind Thermometer zur Bestimmung der abweichenden Temperatur und Aräometer zur Feststellung des durch den veränderten Salzgehalt vermehrten oder verminderten spezifischen Gewichts des Wassers die hauptsächlichen Hilfsmittel zur Erforschung der Meeresströme.

Man unterscheidet im allgemeinen oberflächliche Strömungen, hervorgerufen durch Ebbe und Flut, durch die Land- und Seewinde, die ihrerseits wieder der ungleichen Erwärmung des Landes während der Tag- und Nachtzeit ihre Entstehung verdanken, ferner die eigentlichen Meeresströmungen und die Tiefenströme. Für die Entstehung der beiden echten Meeresströmungen sind nach der bekannten Theorie des Königsberger Geographen K. Zöppritz als Hauptursachen die regelmäßig auf gewissen Gebieten der meerbedeckten Erdoberfläche herrschenden Winde und die Adhäsion des Wassers anzusehen. Schon die Betrachtung einer Karte zeigt den engen Zusammenhang zwischen den Windrichtungen und den Meeresströmungen. Die Gebiete zu beiden Seiten des Äquators sind das ständige Reich der Passate, des Nordost- und Südostpassates. Infolge ihrer ständigen Richtung bringen sie die Äquatorialströme hervor, die so lange nach Westen fließen, bis sie auf Land stoßen und durch dieses gezwungen werden, nach Norden als Golfstrom und Kuro Schio, nach Süden als Brasil-, Ostaustral- und Agulhas- (und Maskarenen-)Strom auszuweichen. Nur im Gebiet des Indischen Ozeans kommt der Nordäquatorialstrom nicht so recht zur Ausbildung; hier erzeugen die nach den Jahreszeiten in ihrer Richtung wechselnden Monsune auch wechselnde Triften. Nach Zöppritz' Annahme reißen die stetig wehenden Winde zunächst die oberste Schicht des Wassers (Abb. 14) mit sich, diese teilt infolge der Reibung der Wasserteilchen ihre Bewegung der nächsten mit, und diese Übertragung setzt sich entsprechend der Stärke der ursächlichen Bewegung von Schicht zu Schicht bis zu verschiedener Tiefe fort. Nun bleibt aber in Wirlichkeit weder die Richtung noch die Kraft der Winde ständig dieselbe; aber diese Veränderungen können nur auf die oberen Wasserschichten einwirken, die unteren behalten ihre Richtung bei, denn die Strömung ist nicht das Erzeugnis eines gerade heute herrschenden Windes, sondern „ein Produkt aller Winde, die seit ungezählten Jahrtausenden über die betreffenden Gegenden hinweggestrichen sind" (Supan). Nach Zöppritz' Berechnung würde eine heute beginnende und stetig wehende Luftströmung erst nach 239 Jahren ihre Wirkung bis in

die Tiefe von 100 m fortpflanzen. Somit wären als Hauptursachen für die Meeresströmungen die ständig wehenden Passate der Äquatorialgegenden und die Westwinde der höheren Breiten anzusehen. Obschon diese Hypothese von der Entstehung der Meeresströmungen sehr einleuchtend ist, soll nicht verschwiegen werden, daß sie nicht alle Fragen klar beantwortet und deshalb auch Widerspruch gefunden hat. Eine Anzahl von Ozeanographen sehen z. B. die Hauptursachen der Meeresströmungen in der Verschiedenheit des spezifischen Gewichtes des Meereswassers in verschiedenen Tiefen.

Abb. 14. Einfluß der Windrichtung auf die Bewegung der Wasserschichten. (Nach Günther.)

Nansen glaubt drei ganz andere Ursachen für die Entstehung dieser auffallenden Strömung verantwortlich machen zu müssen: die Eigenwärme der Erde, die anziehende Kraft der Himmelskörper, also vornehmlich des Mondes, vor allem aber die Wärmestrahlung der Sonne, die die Winde erzeugt, eine ungleiche Erwärmung der Oberfläche hervorruft und das Wasser verschieden verdunsten läßt. Dazu kommt die Wirkung der Erdrotation, die auf der nördlichen Halbkugel als nach Osten ablenkt, dann die kalten Auftriebwasser am Rande der Ströme und die Schmelzwässer der Eisberge, denen sie etwa begegnen. Wir sehen also, daß wir noch weit davon entfernt sind, die Erscheinung der Strömungen klar zu erkennen. Je weiter die Ströme, vom Ostrande der Festlandsmassen geleitet, sich vom Äquator entfernen, desto mehr büßen sie an Wärme ein und desto schwerer wird infolge der Verdunstung ihr Wasser; in den mittleren Breiten nehmen die dort herrschenden Westwinde die Bewegung der Strömmung auf und befördern sie an die Westränder der Festlande, an denen entlang sie als relativ kalte Ausgleichströme zur Deckung der von den Passaten fortgeführten Wassermengen als Westafrika- und Kalifornischer Strom, im Süden als Benguela-, Peru- und Westaustral-Strom dem Äquator wieder zufließen und zum Teil dort die von Ost nach West fließenden Gegenströme bilden helfen. Besonders die eben genannten Ausgleichströme der Südhalbkugel bringen große Massen kalten Wassers in niedere Breiten; der Stille Ozean dagegen ist im Norden fast ganz vom Eismeer abgeschlossen, das Nordatlantische Weltmeer erhält im Westen den kalten Labradorstrom.

Von allen horizontalen Wasserbewegungen im Meere ist die des Golfstromes am längsten und am besten bekannt, besonders durch ältere Arbeiten der Amerikaner, deren Schiff „Blake" mehrere Jahre mit Sigsbee und Barlett an Bord der Erforschung dieses Stromes gedient hat, dann aber vornehmlich durch die neuesten Untersuchungen von Schott u. a. Die Einwirkung des Golfstromes auf das Klima Europas ist bekannt. Seinen warmen Wassern ist es zuzuschreiben, daß in Irland, der „Grünen Insel", der Lorbeer das ganze Jahr im Freien aushält, während in gleicher Breite Labrador in Schnee und Eis starrt; sie bewirken, daß Weizen in Norwegen bis zum 64. Breitengrad, Gerste gar bis zum 70. angebaut werden kann, und daß die Kultur des Kirschbaums bis an den Polarkreis heranreicht. Da wir an diesem wärmespendenden Strom alle die Erscheinungen, die auch bei anderen vorkommen, am besten kennen lernen können, wollen wir uns seinen Verlauf einmal etwas näher vor Augen führen. Die beiden vereinigten Äquatorialströmungen des Atlantik treten als Karaiben- und Antillenstrom die weitere Wanderung nach Westen an. Ersterer, mit einer mittleren Tiefe von etwa 180 m, zwängt sich durch die Inselreihe der kleinen Antillen hindurch, erweitert sich im Karaibischen Meer und fließt dann in beschleunigtem Lauf durch die enge Lücke zwischen Kuba und Yukatan; er kann bei seiner größten Stärke die Wasser des Mexikanischen Golfes über den Spiegel des Atlantischen Ozeans erheben. Seine Geschwindigkeit hängt ab von der Stärke der Winde, die seinen Lauf unterstützen, und erstere sowie seine Grenzen werden beeinflußt durch die Gezeiten, die, wie schon die Amerikaner feststellten, innerhalb 24 Stunden eine Veränderung der Schnelligkeit um die Hälfte bewirken können. Der eigentliche Golfstrom ist keine unmittelbare Fortsetzung des Karaibenstromes, sondern er nimmt seinen Anfang im Mexikanischen Golf. Niederschläge und Flüsse vermehren hier die Wassermenge. Von letzteren liefert allein der Mississippi einen großen Teil; sein süßes, warmes und daher leichtes Wasser kann Hunderte von Meilen weit im Golf verfolgt werden. Von der Floridastraße an beginnt der eigentliche Golfstrom; bei einer Länge von mehr als 6000 geographischen Meilen hebt er sich, besonders bis Kap Hatteras, zuweilen deutlich wie ein Fluß durch sein tiefes Blau von dem Grünblau des Ozeans ab. Seine Geschwindigkeit beträgt bei Kap Hatteras stündlich 5 km, nimmt aber rasch ab: auf der Breite von New York beträgt sie 2 km, im Süden von Neufundland nur noch 1,8 km. Schon in der Floridastraße stellt sich ihm ein Hindernis in den Weg, das er mit Hilfe des warmen Antillenstromes, der sich mit ihm verbindet, überwindet; sein Gegner ist der Ausläufer des kalten, süßeres Wasser führenden Labrador-

stromes, der an der Küste entlang nach Süden fließt, von den Amerikanern die „kalte Mauer" genannt. Auffallend ist die Wärme des Golfstromes; bei Florida beträgt sie 30°, bei Kap Hatteras 27°, bei Neufundland nur noch 20° C; sie ist hier aber immer noch 15° höher als die des umgebenden Meeres im Winter. Maury hat berechnet, daß die Wärmemengen des Golfstromes imstande sein würden, einen Strom aus flüssigem Eisen von der Größe des Mississippi in Fluß zu erhalten. Die mittlere Oberflächentemperatur des ganzen Stromes wird auf 26,5° C angegeben. Seine mittlere Tiefe mag 300 m und mehr betragen; bei Kap Hatteras ist die warme Schicht etwa 200 m mächtig. Bei Neufundland gelangt der Golfstrom in das Gebiet der Polarwasser. Zugleich breitet er sich noch weiter fächerförmig aus und besteht von da an aus meilenbreiten Streifen kalten und warmen Wassers, die sich auch durch ihre Farbe zu erkennen geben. So trifft er in einem Winkel mit dem kalten Labradorstrom zusammen, der aus der Vereinigung des Grönlandstromes und der ebenso kalten Wasser aus der Baffinbai und Davisbai gebildet wird und seine größte Mächtigkeit im Sommer entfaltet. Da sein Wasser salzreicher ist als die kalten vom Pol her kommenden, so taucht er allmählich unter, und zwar am frühesten in der Davisstraße, viel später erst in seiner östlichen Fortsetzung nach Überschreitung der Islandschwelle im Barentsmeere zwischen Nowaja Semlja, Spitzbergen und dem Nordkap, und setzt endlich seinen Lauf bis zum völligen Aufgehen in den kalten, salzigen Polwassern fort. Auch auf die Treibeisgrenze, die sich nur in seltenen Fällen bis zum 40° n. Br. verschieben kann, obwohl man vereinzelte Eisberge auch noch unter dem 37. Breitengrad angetroffen hat, wirkt der Golfstrom ein, indem er sie weit nach Norden zurückdrängt. Die ihm entgegenkommenden Eisberge (Abb. 15), die den vergletscherten nordischen Inseln, vor allem nach Meckings Feststellungen der Westküste Grönlands in der Umgebung der Diskobucht entstammen und deren mitgeführte Gesteinsmassen die große Neufundlandbank aufschütteten, haben oft eine Höhe bis zu 100 m und ragen, da nur $^1/_8$—$^1/_{10}$ aus dem Wasser herausseht, mit mehreren Hundert Metern nach unten. So können sie beim Schmelzen eine große Menge Wärme binden, und der Temperaturgegensatz der Strömungen erzeugt bei ihrem Zusammenstoß jene dichten Nebel, die fast immer die Neufundlandbank bedecken und der Schiffahrt so gefährlich sind. Einem solchen Eisberg fiel auch im Sommer 1912 das Riesenschiff, die Titanic, zum Opfer. Zwar soll ein auffallendes Sinken der Oberflächentemperatur den Schiffer vor dem Herannahen von Eismassen warnen, aber solches Sinken der Temperatur beobachtet man auf den benutzten Reiselinien im Atlantischen Ozean häufiger, ohne

daß es durch Eisdriften jedesmal hervorgerufen wurde. Die Verhältnisse bei Neufundland liegen eben außerordentlich verwickelt. Nach Meinardus kommen für die Eisverhältnisse an der Neufundlandbank die Geschwindigkeit des Golfstroms, seine Wärmeführung und seine Oberflächentemperatur, die Richtung und Stärke der Luftströmungen über ihm, wenigstens im Winter, in Betracht, und alle diese Faktoren sind wieder voneinander abhängig. Wie das Jahr 1912 wegen der Eisverhältnisse ein besonders ungünstiges für die Schiffahrt war, so war es auch das Jahr 1903, dessen Verhältnisse Schott genauer untersucht hat. Nach diesen Untersuchungen ist die abnorme Eisdrift des Jahres 1903 durch eine in den Monaten vorher eingetretene starke Golfstromdrift, die auch den ihr in die Flanken fallenden Labradorstrom zu größerer Geschwindigkeit veranlaßt hat, wenn nicht hervorgerufen worden, so doch begünstigt.

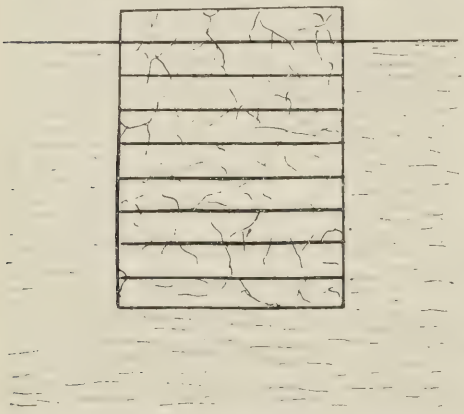


Abb. 15. Schwimmender Eisberg (Schema).

Schon in der Höhe des 43. Breitengrades tritt eine Gabelung unseres Stromes ein; der eine Ast, „die Golfstromdrift", setzt seinen Lauf, wie wir sahen, Wärme spendend, nach Norden fort, der andere wendet sich nach Süden, umkreist die Sargassosee und fließt an den Kapverden als Westafrikastrom zum Äquator zurück, um da den Kreislauf von vorne zu beginnen. Da seine Wasser vergleichsweise kälter sind als die dieser südlicheren Gebiete, wirkt er auf die Küste Portugals und Westafrikas abkühlend ein. Den Weg von Florida bis Europa legt dieser Strom in etwa $5\frac{1}{2}$ Monaten zurück; der ganze Kreislauf wird nach Humboldts Berechnung in etwa 34 Monaten vollendet. Eine bei Kap Verde im Mai 1887 ausgesetzte Flasche landete erst nach fast drei Jahren an der Westküste von Irland; man hat ihre Geschwindigkeit auf $7\frac{1}{2}$ Seemeilen pro Tag oder stündlich fast $\frac{1}{2}$ km für den Fall berechnet, daß sie ihren Weg wirklich durch das Karaibische Meer und die Straße von Florida genommen hat.

Die Tiefenströme der Ozeane haben im allgemeinen die umgekehrte Richtung wie die Oberflächenströme und liefern den Ersatz für die durch diese weggeführten Wassermassen. Treffen sie auf Hindernisse, so quellen sie als kalte Auftriebwasser in die Höhe; so entführt an der west-

afrikanischen Küste bei Kap Bojador im Gebiete des Nordostpassates der Nordäquatorialstrom eine Menge Wasser, die durch die kalten Auftriebwasser ersetzt wird. Wo die Tiefenströme durch enge Straßen zu fließen gezwungen sind, können sie oft einen schnelleren Lauf annehmen als die Oberströme. Das beobachtete beispielweise Wharton an dem Unterstrom, der dem aus dem Schwarzen Meer durch den Bosporus in das Marmara-Meer und von da durch die Dardanellen ins Mittelmeer sich ergießenden Oberstrom entgegenfließt. Die Erscheinung wird verursacht durch den durch Einmündung großer Flüsse hervorgerufenen geringen Salzgehalt des Schwarzen Meeres; die Oberwasser sind fast süß, die Unterströmung zeigt die durchschnittliche Dichte des Mittelmeerwassers. Auch an der Westpforte des Mittelmeeres, in der nur 311 m tiefen Straße von Gibraltar, fließt an der Oberfläche das leichtere, salzärmere Wasser des Atlantischen Ozeans in das Mittelmeer hinein, während das salzreichere Wasser des letzteren Tag und Nacht sich als Tiefenstrom ins Weltmeer ergießt, und ein solcher Austausch findet wohl überall statt, wo zwei Meerbecken von ungleicher Wasserdichte durch eine enge Pforte miteinander in Verbindung stehen, so auch zwischen Nord- und Ostsee durch Skagerrak und Kattegatt; diese Unterwasserströmung ist es auch, der nach Prof. Pettersens Ansicht die ungeheuren Heringsschwärme in die Ostsee folgen.

Wie in den genannten Binnenmeeren, so wälzen sich auch beständig auf dem Grunde der offenen Ozeane die kalten Ausgleichwasser von den Polen zum Äquator fort. Nur unterseeische Schwellen halten ihren Lauf auf. Ein lehrreiches Beispiel liefert der zwischen Island und den Faroer-Inseln sich hinziehende Rücken, der durchschnittlich nur etwa 580 m unter der Oberfläche liegt. In ihm befindet sich eine tiefere Furche, die Faroer-Shetland-Rinne, die die mehr als eiskalten Polarwasser auf ihrem Drängen nach Süden geschaffen haben. Quer durch sie zieht aber ein Querriegel, der berühmte Wyville Thomson-Rücken, und die folgenden Temperaturen, die Prof. Schott auf der Valdivia fand, zeigen, wie groß der Einfluß des über diesen Rücken sich drängenden Golfstroms ist.

	Südlich vom Thomson-Rücken		Nördlich vom Thomson-Rücken	
in 0 m Tiefe	10,9°		9,8°	
„ 100 „ „	9,7°		7,8°	
„ 200 „ „	9,7°		7,6°	
„ 300 „ „	9,6°		6,8°	
„ 400 „ „	9,6°	Wärmer	3,2°	Kälter
„ 500 „ „	9,0°	Unterstrom	0,4°	Unterstrom.

Aber neben diesen horizontalen Bewegungen der Wassermassen voll-

zieht sich infolge von Verdunstung und Abkühlung der Oberflächenschichten auch überall und fortwährend ein Ausgleich in *senkrechter Richtung*, allerdings nicht als sichtbare Strömung, sondern viel langsamer, in der Schnelligkeit fast unmeßbar. Er bewirkt zusammen mit den eben genannten sich langsam von den Polen her nach dem Äquator wälzenden kalten Tiefenströmen, durch das Aufwärtssteigen ihres kalten Wassers hauptsächlich in den Äquatorialgegenden, sowie dort, wo die Winde das wärmere Oberwasser wegdrücken oder Ströme es entführen, die auffallende Gleichmäßigkeit in der Zusammensetzung des Salzgehaltes in den Weltmeeren; durch einen solchen Ausgleich in senkrechter Richtung wird überhaupt erst die Existenz der Tiefenbewohner möglich, denen die Vertikalströme nicht nur Nahrung, sondern auch Lebensluft zuführen, denn es hat sich herausgestellt, daß die Tiefenwasser genau so viel Luft enthalten wie die der Oberfläche, eine Erscheinung, die uns mit Notwendigkeit zu der Annahme zwingt, daß ein beständiger Austausch zwischen beiden stattfinden muß und, wie wir sahen, auch wirklich stattfindet.

VI. Abschnitt.

Licht und Druck in der Tiefsee, Bestandteile, Dichte und Farbe des Meerwassers.

„Einer der wichtigsten und tätigsten Arbeiter im großen Laboratorium der Natur ist das Sonnenlicht. Unter seinem Einfluß wird anorganische Materie in organische umgesetzt, und so beruht in letzter Linie alles Leben auf Erden auf seiner Gegenwart" (Marshall). Untersuchungen über die Lichtverhältnisse der Tiefsee wurden bereits in den vierziger Jahren angestellt. Je tiefer wir ins Meer hinabsteigen, desto dunkler wird es um uns. Anfangs geht diese Lichtabnahme langsam vor sich; das Auge kann bis zu 20 m tief liegende Gegenstände noch erkennen, vermöchte dort unter Umständen sogar noch zu lesen. In diesen geringen Tiefen enthüllt sich dem Auge die ganze Farbenpracht der Tier- und Pflanzenwelt des Meeres, der „Gärten Poseidons"; wer kennt nicht die begeisterten, farbenglühenden Schilderungen Haeckels über die Korallenhaine im Roten Meere und an den Küsten von Ceylon? Nur ausnahmsweise, bei besonders ruhigem Wetter, guter Beleuchtung und ganz klarem Wasser, vermag das menschliche Auge noch tiefer, etwa bis zur äußersten Grenze von 60 m, wie in der Sargassosee beobachtet wurde, zu dringen und größere Gegenstände am Boden wahrzunehmen.

Man versuchte zunächst die Durchlässigkeit der Meeresschichten für das Licht durch Versenken von weißen und anders gefärbten Platten zu ermitteln. Aber die Tiefe, in der die Scheiben sichtbar bleiben, ist örtlich großen Schwankungen unterworfen: sie liegt im Mittelmeere zwischen 32 und 60 m und steht natürlich in engem Zusammenhang mit der Menge der unorganischen oder organischen im Wasser gelösten oder schwebenden Stoffe. Da die kälteren Meere im allgemeinen reicher an schwebenden Organismen sind und sich auch langsamer selbst reinigen, sind sie auch weniger durchsichtig als die der tropischen Gebiete. Um diese Schwankungen festzustellen, machte vor einigen Jahren Angelini Versuche mit verschieden gefärbten Scheiben in den Lagunen Venedigs und im Golf von Gaeta und beobachtete, daß die weiße Scheibe dort schon in 2 m Tiefe, im Golf aber erst viel tiefer verschwand. Von den verschiedenen Platten blieb die weiße am längsten sichtbar; zuerst verschwand die rote, darauf die blaue; das Meerwasser verschluckt also die roten Strahlen am meisten, daher erklärt sich auch seine grünblaue Farbe. Die Plattenversuche sind wegen ihrer Ungenauigkeit von nur geringerem Werte; sie geben nur Aufschluß über sehr wenig mächtige Wasserschichten, da die Tafeln dem Auge bald entrückt sind. Da aber wandte Forel zuerst im Genfer See photographische Platten an, die ins Wasser versenkt wurden. Es zeigte sich, daß schon in 100 m Tiefe das Licht auf die Platten nicht mehr einwirkte. Das Mittelländische Meer hat eine größere Durchsichtigkeit; Versuche, die auf Forels Anregung von Fol und Sarrasin dort angestellt wurden, zeigten, daß erst in etwa 480 m Tiefe keine Schwärzung der Platten mehr eintrat. Bei durchschnittlich 170 m konnte aber noch deutlich eine Wirkung des Sonnenlichtes nachgewiesen werden, bei 380 m Tiefe kaum noch; es dürfte dort das Licht demnach nur so stark sein, wie bei uns in einer Sternennacht zur Zeit des Neumondes. Später hat v. Petersen einen photographischen Apparat hergestellt, der ermöglichte, die sehr empfindliche Platte in jeder beliebigen Tiefe zu exponieren; er setzte sie an einem hellen Novembertage bei Capri längere Zeit in einer Tiefe von 500 m aus und konnte noch eine deutliche Schwärzung nachweisen. Spätere Versuche wiesen das Eindringen chemisch wirksamer Lichtstrahlen in noch etwas größere Tiefen (550 m) nach.

Diese geringen Lichtmengen sind aber für die vor allem auf das Sonnenlicht angewiesenen Pflanzen viel zu gering; schon bei 150 m Tiefe dürfte das Pflanzenleben fast ganz aufhören, und in größerer Tiefe würde man nur noch farbstofflose niedere pflanzliche Organismen vorfinden. Eine Ausnahme macht nur die später noch zu erwähnende grüne

Alge Halosphaera. Trotzdem müssen wir annehmen, daß auch in viel bedeutenderen Tiefen eine gewisse Beleuchtung vorhanden ist; die Augen der Tiefseetiere, ihre Farben zwingen uns mit Notwendigkeit dazu. Es wird später Gelegenheit sein, auf diesen Punkt noch genauer einzugehen. Es lag der Gedanke nahe, nach der im letzten Jahrzehnt erreichten Vervollkommnung der Photographie Momentaufnahmen von den in geringer Tiefe lebenden Meerestieren zu machen. Mit Hilfe wasserdicht und druckfest verschlossener, sehr empfindlicher Platten, die über Rollen laufen, sind verschiedene Versuche in dieser Richtung gemacht worden und haben ganz ermutigende Erfolge gehabt. Auf einer der von seiten der Franzosen in Banyuls-sur-Mer hergestellten submarinen Photographien sind vor dem aufgestellten Schirm vorbeiziehende Fische so scharf abgezeichnet, daß man ihre Schuppen zählen kann. Es scheint demnach die Photographie berufen zu sein, in Zukunft ein wichtiges Hilfsmittel für die biologischen Erforschungen der Oberflächenfauna zu werden.

Den Versuchen der Menschen, persönlich in die Tiefen des Meeres vorzudringen und dort an Ort und Stelle seine Wunder zu betrachten, wird gar bald ein energisches Halt zugerufen. Nur geübte Taucher vermögen in größere Tiefen als 20 m einzudringen und dort auch nur wenig über eine Viertelstunde zu verweilen, da bald die feinen Gefäße der Haut zerreißen. Es wird erzählt, daß der Taucher Deschamp, der im Jahre 1866 einen 70 m tief gesunkenen Dampfer untersuchen wollte, aus 60 m Tiefe bewußtlos heraufgezogen werden mußte. Im Vergleich mit den kolossalen Abgründen im Meer sind also dem persönlichen Eindringen seitens des Menschen äußerst enge Grenzen gezogen.

Bekanntlich lastet unsere Lufthülle auf jedem Quadratzentimeter unseres Körpers mit einem Gewichte von ungefähr 1 kg; diesen Druck nennen wir kurz eine Atmosphäre. Der Druck im Wasser nimmt nun sehr rasch zu. Das Meerwasser ist wegen seines Salzgehaltes etwas schwerer als das Flußwasser; man kann sagen, daß von 10 zu 10 m der Druck in den Meerestiefen um rund eine Atmosphäre zunimmt. Das macht in 100 m Tiefe schon einen mehr als zehnmal größeren Druck als an der Oberfläche, und in den größten Tiefen der Ozeane, die ja ungefähr 9000 m betragen, lastet auf jedem Quadratzentimeter ein Druck von über 900 Atmosphären. Davon können wir uns schwer eine Vorstellung machen. Schon in 1000 m Tiefe ist der Wasserdruck so groß, daß eine hölzerne Kugel auf die Hälfte ihres ursprünglichen Volumens zusammengepreßt wird, und man hat berechnet, daß ein Tau-

cher, der in die Tiefe von 3560 m hinabsteigen würde, ein Gewicht auf seinem Körper zu tragen haben würde, das dem von mehreren Hundert der schwersten Lokomotiven gleichkäme. Die Tiefseeinstrumente müssen natürlich für diesen enormen Wasserdruck entsprechend eingerichtet und reguliert sein, und doch ist es vorgekommen, daß die durch metallene Kapseln geschützten Thermometer, die in große Tiefen hinabgelassen wurden, vollständig zertrümmert wieder an die Oberfläche kamen. Man war früher allgemein der Ansicht, daß das Tiefseewasser durch die darüber liegenden Schichten so zusammengepreßt würde, daß es ein bedeutend höheres spezifisches Gewicht erlange als das Oberflächenwasser. Danach würden Gegenstände, die ins Meer gefallen sind, gar nicht bis auf den Grund gelangen, sondern je nach ihrem Gewichte in irgend einer Schicht, die spezifisch geradeso schwer wäre wie sie selbst, schweben müssen. Demgegenüber ist aber nachgewiesen, daß das Wasser selbst durch den ungeheuren Tiefseedruck von seinem Volumen nur einen ganz geringen Bruchteil verliert, der in 9000 m z. B. nur ungefähr $^1/_{24}$ betragen würde. Das Gewicht des Tiefenwassers stellt also den im Meer versinkenden Gegenständen kein Hindernis entgegen; aber ob sie wirklich auf dem Grund ankommen, das ist eine andere Frage. Die organischen Stoffe werden wohl im Magen der Milliarden von Meerestieren ihr Grab finden, und es ist wahrscheinlich, daß von den anorganischen nur wenige auf die Dauer der Zersetzung durch das Seewasser und den in ihm wirkenden chemischen Kräften widerstehen können. Immerhin wird durch diesen Druck die Dichte des Meerwassers, die gewöhnlich 1,024 bis 1,028 beträgt, in der Tiefe von 350 m auf 1,0446 erhöht. — Die Tiere, die, wie wir heute wissen, noch in Tiefen vorkommen, die man früher für unbewohnt halten mußte, können diesen Druck deshalb ohne alle Beschwerde aushalten, weil ihm in ihrem Körper ein gleich großer entgegensteht. Es ist nur fraglich, ob sich der Stoffwechsel bei diesen Tieren geradeso vollzieht wie bei denen, die unter ungleich geringerem Druck nahe der Oberfläche leben; aber das ist ein Punkt, über dem bis heute noch vollkommenes Dunkel herrscht und worüber wir auch nur schwerlich Aufklärung erhalten werden, da wir derartige Untersuchungen nur an heraufgeholten Tieren anstellen können, bei denen der abnehmende Druck fast immer alle Gewebe zerrissen hat.

Die Dichte des Meerwassers hängt in erster Linie, wenigstens nahe der Oberfläche, von seinem Salzgehalt ab. Auf sie wirken deshalb einerseits Verdunstung, anderseits einmündende Flüsse, schmelzende Eisberge und Niederschläge ein, die den Salzgehalt entweder vermehren

oder das Wasser versüßen; die Deutsche Südpolar-Expedition stellte fest, daß unter 5° und 10° nördlicher Breite eine starke Abnahme des Salzgehaltes des Oberflächenwassers infolge der damals gerade herrschenden Regenzeit eintrat. Der Salzgehalt aller Meere beträgt durchschnittlich 3,53 %; man hat ausgerechnet, daß dieses Salz, wenn es auf irgendeine Weise ausgeschieden werden könnte, den Meeresgrund mit einer 57 m dicken Schicht bedecken würde. Die Küstenwasser sind im allgemeinen salzärmer, besonders in der Nähe der Mündungen großer Flüsse. Auch Rand- und Mittelmeere haben gewöhnlich süßeres Wasser, weil die einmündenden Flüsse solches zubringen. Ein gutes Beispiel bietet die Ostsee, deren Salzgehalt nach Osten immer mehr abnimmt. Im Skagerrak finden wir noch 3 %, im Kieler Hafen 1,05 %, bei Bornholm 0,7 %, am Eingang zum Bottnischen Meerbusen 0,4 %, und bei Kronstadt ist das Wasser mit 0,1 % fast trinkbar. Auch das Schwarze Meer hat seiner starken Zuflüsse halber nur einen Salzgehalt von 1,5 bis 1,8 %. Binnenmeere dagegen, die starke Verdunstung bei geringem Zufluß haben, sind salzreicher; so zeigt das Mittelmeer mehr als 3,7 %, im Osten bei Kreta sogar 3,95 %, und beständig durchläuft vom Ozean her ein starker Oberflächenstrom die Straße von Gibraltar, bestrebt, den Unterschied auszugleichen. Das Rote Meer gleicht geradezu einer Salzpfanne; fast abgeschlossen vom Ozean, ohne nennenswerte Zuflüsse, dabei mit enormer Verdunstung durch die sengenden Strahlen der Sonne, hat es einen Salzgehalt von 4,08 %, im Suezkanal stellenweise sogar fast 6 %. Auch in den offenen Ozeanen sind Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche nicht überall gleich; die Schwankungen sind hier auf dieselbe Ursache zurückzuführen. Die von Buchanan entworfenen Karten zeigen, daß der Salzgehalt in den niederschlagsarmen und starker Verdunstung ausgesetzten Passatzonen nördlich und südlich vom Äquator am größten ist; nach dem Äquator und den Polen zu wird das Wasser wieder süßer, weil hier Niederschläge der Verdunstung das Gleichgewicht halten oder sie gar übertreffen. Die Salzarmut des nördlichen Polarmeeres wird aber nicht allein durch die Niederschläge verursacht, sondern nach Woeikoff auch durch die Flüsse, die im Frühjahr viel Süßwasser liefern; dieses friert im Winter wieder und kann sich deshalb mit den schwereren und salzhaltigen Tiefenwassern nie so mischen, daß eine gleichmäßige Zusammensetzung des Polarwassers eintreten kann. Die mächtigere Entwicklung der Passatzonen auf den offeneren Ozeanen der südlichen Halbkugel bewirkt auch, daß die südlichen Teile des Atlantischen und Stillen Ozeans salzreichere Oberflächenschichten haben als die ihnen entsprechenden nördlichen.

Der Atlantik hat in seinem nordäquatorialen Gebiet höheren Salzgehalt als die anderen Weltmeere wohl auch aus dem Grunde, weil er einen beständigen Zufluß aus den salzigen Mittelmeeren der Alten und der Neuen Welt erhält. Aus den tieferen Schichten holt man das Meerwasser mit sinnreich konstruierten Schöpfflaschen und Schöpfapparaten zur Untersuchung heraus. Die Unterschiede des Salzgehaltes an der Oberfläche sind in einer Tiefe von wenig hundert Metern fast verschwunden; etwas Ähnliches hörten wir ja von der Wärme. Von da an bleibt der Salzgehalt ziemlich konstant; bis zur Tiefe von 2000 m findet eine geringe Abnahme und von da bis zum Grunde eine ebenso geringe Zunahme statt. Der Salzreichtum der Bodenschichten ist gleichmäßig 3,45 bis 3,55 %; abgeschlossene Rand- und Binnenmeere führen in den Tiefen meist salzreicheres Wasser. So zeigt die Ostsee bei Kiel an der Oberfläche 1,65 %, in der Tiefe etwa 2,5 % Salzgehalt. Was die Natur der im Seewasser aufgelösten Stoffe anbelangt, so hat man bis jetzt mehr als 30 Elemente in ihm nachgewiesen, einzelne allerdings nur in sehr geringen Mengen. Ihre Anwesenheit erteilt dem Seewasser jenen bitteren, zum Erbrechen reizenden Geschmack, der es zum Trinken untauglich macht. Ist so der Gehalt an Salz recht ungleich, so ist doch die Art der Zusammensetzung im allgemeinen recht gleichförmig, so daß es nur nötig ist, die Menge beispielsweise des Chlors zu bestimmen, um aus ihr dann den Gehalt an Kochsalz zu berechnen; die anderen Stoffe kann man bei der Bestimmung des Salzgehaltes dann ganz vernachlässigen. Wenn man eine Menge Seewasser verdunsten läßt oder eindampft, erhält man einen trockenen Rückstand, von dem je 100 g sehr gleichmäßig enthalten:

Kochsalz	78,32 g	Gips	3,94 g
Chlormagnesium	9,44 „	Chlorkalium	1,69 „
Bittersalz	6,40 „	Andere Bestandteile . . .	0,21 „

Unter den geringfügigen Beimengungen befinden sich Jod- und Bromverbindungen, geringe Mengen von Mangan, Blei, Silber, Zink, Kupfer usw., aber auch Edelmetalle, wie Silber und Gold, die wohl aus den vom festen Lande vom fließenden Wasser abgewaschenen Sedimenten, möglicherweise aber auch von Erzgängen, die unter Wasser hervortreten, herrühren. Freilich ist die Menge sehr gering, etwa 0,006 g Gold im Werte von 1,668 Pfennig sind in 1000 l enthalten; aber man hat berechnet, daß, wenn die gesamte Goldmenge des Meeres unter die Erdenbewohner verteilt würde, auf jeden etwa $3\frac{1}{2}$ Millionen Mark kommen würden. Es ist nur gut, daß die Aussichten auf Hebung dieses Schatzes so gering sind. Jod- und Bromverbindungen werden durch Al-

gen aufgenommen und bei deren Absterben am Grunde des Meeres aufgespeichert, von wo sie gelegentlich durch Auftriebwasser wieder emporgehoben werden; letzteres gilt auch von der salpetrigen Säure der Tiefenwasser, die dort aus den Milliarden verwesender Tierleichen mit Hilfe von Bakterien sich bildet und später, durch aufwärts gerichtete Strömungen des Wassers an die Oberfläche gebracht, von den Pflanzen wieder aufgenommen wird.

Was die im Meerwasser gelösten Gase anbelangt, so ist ihre Art und Menge je nach der Örtlichkeit, der Anzahl der Tiere oder pflanzlichen Organismen sehr verschieden, und wir sind noch weit davon entfernt, alle die diese Verteilung bestimmenden Gesetze zu erkennen. Es kommen hierbei hauptsächlich Luft, bekanntlich aus Stickstoff und Sauerston bestehend, Kohlendioxyd und Schwefelwasserstoff in Betracht. Die Luft ist im Meerwasser löslich, aber es wird dort mehr Sauerstoff aufgelöst (35 : 65) als in der Atmosphäre (21 : 79) im Vergleich zu Stickstoff enthalten ist. Je kälter das Wasser ist, um so mehr Luft und Sauerstoff kann es aufnehmen; deshalb steigt der Gehalt an beiden mit zunehmender Tiefe. Der Gehalt an Luft wird durch die Bestimmung der Stickstoffmenge festgestellt. Versuche haben festgestellt, daß der Sauerstoffgehalt bei hauptsächlich animalischer Besetzung des Planktons durch Atmungsverbrauch bald sehr gering wird, während bei hauptsächlich vegetabilischer Zusammensetzung durch die Spaltung der Kohlensäure durch die Pflanzen oft Sauerstoff in Überfluß erzeugt wird. Was die Kohlensäure anbetrifft, das Produkt der tierischen Atmung, so war man noch vor wenigen Jahren ganz allgemein der Ansicht, daß in den kalten Tiefen der Ozeane durch den ungeheuren Druck eine große Menge dieses Gases aufgespeichert sein müsse, zumal die wärmeren Meere ärmer daran sind als die kalten, und man erklärte auch daraus die große Kalkarmut der Tiefen, die sich in den immer dünner werdenden Kalkpanzern der Tiere und in dem Fehlen der Foraminiferenschalen in großen Tiefen zu erkennen gibt. Zahlreiche Analysen haben aber ergeben, daß der Gehalt der Tiefenwasser an Kohlensäure ziemlich gering ist, jedenfalls nicht genügend, die Mengen von Kalkkarbonat in Lösung zu halten. Es ist möglich, daß letzteres dort durch uns noch unbekannte Prozesse in das schwerlösliche Kalksulfat oder Gips übergeführt ist, den ständigen Begleiter unserer aus dem Meerwasser abgeschiedenen Steinsalzlager. Bei Untersuchungen der Stickstoffmengen in den Tiefenwassern fiel vor allem auf, daß dort eine viel größere Menge Stickstoffs im Vergleich mit der der Oberflächenwasser gefunden wurde; die Verteilung beider Gase ist also auch im Tiefenwasser anders

als in der Luft, wo nur rund fünfmal so viel Stickstoff wie Sauerstoff vorhanden ist. Diese auffallende Menge Stickstoff kann nicht allein den Sinkstoffen entstammen, die die Flüsse dem Meere zuführen, auch nicht den Körpern abgestorbener Organismen, sondern entsteht nach Beneckes und Keutners Untersuchungen durch die Tätigkeit von Bakterien, die, wohl ähnlich denen der Wurzelknöllchen unserer Hülsenfrüchte, direkt Stickstoff aus Nitriten und Ammoniak hervorbringen können. Ferner konnte Richard durch Vergleich mit den Oberflächenschichten feststellen, daß die Luftmenge in großen Meerestiefen unabhängig vom Druck und nur deshalb etwas größer ist, weil die tiefere Temperatur das Wasser aufnahmefähiger macht. Der Schwefelwasserstoff, ein Verwesungsprodukt, ist giftig und kann sich in Meeresteilen, die ohne Ausgleichströmungen sind, in der Tiefe ansammeln, so z. B. im Schwarzen Meere.

Vornehmlich die Beimengungen der oben genannten Salze bewirken, daß das Meerwasser schwerer und daher tragfähiger ist als das süße Wasser; 1000 ccm von ersterem wiegen nicht 1000 g, sondern 1024 bis 1028 g, so daß das spezifische Gewicht des Meerwassers bei Zimmertemperatur 1,024 bis 1,028 beträgt. Es wird bestimmt mit Hilfe fein graduierter Aräometer. Der Salzgehalt bewirkt aber auch, daß das Seewasser weniger leicht gefriert, in ruhigem Zustande, bei etwa — 2,55° C, bei bewegter Oberfläche bei noch größerer Abkühlung. Das Salz wird beim Gefrieren größtenteils ausgeschieden, vermehrt so das Gewicht der noch nicht fest gewordenen unteren Schichten und läßt sie noch schwerer gefrieren. Ein Teil des Salzes bleibt jedoch zwischen den Eiskristallen eingeschlossen und bewirkt dadurch, daß das Schmelzwasser des Meereises nicht genießbar ist. Das Eis der Polargegenden ist entweder aus Süßwasser gebildetes Gletschereis, das im Norden von vergletscherten Landmassen in Grönland, Franz-Joseph-Land, Spitzbergen u. a. stammt und in Gestalt von Eisbergen in der Richtung nach dem Äquator fortgeführt wird, oder es ist aus salzigem Wasser gebildet und bedeckt so als Packeis die unwirtlichen Polargebiete. Dem Salzgehalt des Meerwassers gegenüber verhalten sich die Tiere verschieden. Es ist bekannt, daß manche Süßwasserfische (Lachs, Aal usw.) sowohl im süßen als auch im salzigen Wasser zu leben vermögen und Wanderungen aus einem ins andere unternehmen, andere (Hecht, Barsch) können leicht an Seewasser gewöhnt werden; gewisse Seefische (Flunder, Scholle usw.) wandern weit in die Mündungen der Flüsse hinein. Interessant ist die Verbreitung der Tiere in der Ostsee, die, wie wir sahen, im Osten fast ganz süßes Wasser hat, was sich dadurch zu erkennen gibt, daß mit dem Forschreiten nach Osten der Artenreichtum und die Zahl der In-

dividuen geringer wird, wobei zugleich die einzelnen Arten an Größe abnehmen und teilweise zwerghaft werden.

Mit dem Salzgehalt steht auch die Farbe des Meerwassers in engem Zusammenhang. Auf sie wirken aber außerdem noch manche andere Faktoren ein, wie die Tiefe des Wassers und die Farbe des Grundes, die Stärke der Beleuchtung und die Stellung der Sonne, Durchsichtigkeit, Temperatur und Bewegung des Wassees und in ihm schwebende mineralische und organische Körperchen. Je durchsichtiger und klarer das Wasser ist, um so reiner blau ist seine Farbe; je undurchsichtiger, desto mehr ist die Neigung zu grün vorhanden. Um die Farbe des Meerwassers festzustellen, hat man einen Lichtstrahl durch eine meterlange, innen geschwärzte und mit Seewasser gefüllte enge Röhre fallen lassen, und man beobachtete eine prachtvolle blaugrüne Färbung, die also als seine eigentliche Farbe zu betrachten ist und wahrscheinlich hervorgerufen wird durch feine, in ihm schwebende Staubflitterchen, die das Sonnenlicht zurückwerfen. Als Maßstab für die Färbung des Meerwassers dient die Forelsche Skala, bestehend aus einer Reihe von Lösungen eines blauen Kupfersalzes, denen genau nach Prozenten bestimmte gelbe Chromlösungen beigemischt werden. Die hohe See ist in der Regel tiefblau gefärbt. Das reinste Blau zeigt der Atlantische und Stille Ozean, der Indische Ozean besitzt eine mehr grünliche Grundfarbe, ebenso die kalten Polarwasser. In salzreicheren Binnenmeeren, wie im Mittelmeer, steigert sich das Blau zu Ultramarin, in salzärmeren, wie in der Ostsee, neigt es mehr zu Grün. Doch der Salzgehalt ist nicht allein für die Färbung maßgebend; Andere Färbungen können durch anorganische Beimengungen entstehen. Ersteres findet öfters an den Flußmündungen statt, wo das Wasser durch die mitgeführten Schlammteilchen gelbbraun gefärbt wird; das Gelbe Meer hat bekanntlich von den Lößmassen, die der Hoangho dort abladet, seinen Namen. Anderseits kann das massenhafte Auftreten mikroskopisch kleiner Planktonorganismen aus dem Tier- und Pflanzenreich zeitweise die grünblaue Färbung in purpurrote und andere Farbentöne verändern; das Rote Meer hat möglicherweise seinen Namen von dem Auftreten einer roten Fadenalge (Trichodesmium) erhalten, während, nebenbei gesagt, das Schwarze Meer den über ihm so häufig schwebenden dunklen Sturm- und Gewitterwolken oder seiner Ungastlichkeit seinen Namen verdanken soll. Die mikroskopisch kleinen einzelligen Wesen, besonders Peridinium-arten, färben durch ihr massenhaftes Auftreten zeitweise ganze Meeresteile rot, wie schon Darwin bekannt war. Auf deren Anwesenheit beruhte auch die Rotfärbung des Meeres, die im Herbst 1898 bei Rhod-

Island beobachtet wurde, und es ist nicht unmöglich, daß das damals dort erfolgte Absterben der Fische mit diesen Organismen im Zusammenhang stand. Man schätzte ihre Zahl auf 5880 in 1 ccm Wasser. Auch Carter hat als Ursache der Rotfärbung des Meeres um Bombay ein Peridinium (P. sanguineum) beschrieben. Manchmal können Bakterien durch ihre ungeheure Anzahl die oberflächlichen Schichten färben; so wird im Indischen Ozean manchmal eine schneeweiße Färbung (Milchmeer) beobachtet, die durch einen Leuchtbazillus (Bacillus phosphoreus) hervorgerufen wird.

VII. Abschnitt.

Netze und andere Fangwerkzeuge.

Wenn wir die Entwicklung der systematischen Meeresforschung verfolgen, so dürfen wir uns nicht wundern, daß sie im Anfange des 19. Jahrhunderts nur sehr langsame Fortschritte machte. Trotzdem gerade in den letzten Jahrzehnten, dank der emsigen und hingebenden Arbeit vieler Gelehrter, unsere Kenntnis in dieser Hinsicht sich außerordentlich vermehrt hat und der Schleier von manchen der — wie es schien — gar nicht lösbaren Geheimnisse der Tiefsee genommen worden ist, beherbergt sie deren noch eine unabsehbare Menge. Im Vergleich mit den Anschauungen im Anfang des verflossenen Jahrhunderts sind aber die Fortschritte auf unserem Gebiete geradezu bewunderungswert. Man muß bedenken, daß es im Anfang eben an allem fehlte, an den nötigen, gerade für diesen Zweck vorgebildeten Gelehrten und deshalb an der nötigen Literatur, an Apparaten und Maschinen, an Fangwerkzeugen und Fangmethoden. Dagegen gab es eine Menge falscher vorgefaßter Meinungen, die erst über den Haufen geworfen werden mußten, bevor man an den Aufbau neuer Lehren ernstlich denken konnte. Das galt nicht zum mindesten in bezug auf Fragen, die das organische Leben in den Tiefen angeht; hatte doch Forbes auf Grund seiner damaligen Kenntnisse den überall angenommenen Grundsatz aufgestellt, daß unter 500 m jedes organische Leben aufhören müsse.

Hand in Hand mit den Fortschritten der zoologischen Durchforschung der Meere ging naturgemäß die Entwicklung der Fangwerkzeuge und Fangmethoden. Es gibt heute für diese Zwecke eine große Zahl sehr sinnreich gebauter Netze. Wir können darauf hier nur so weit eingehen, als es der beschränkte Raum gestattet. Man teilt die Netze ein in Boden- oder Schleppnetze und in Schwebenetze. Erstere (Abb. 16), aus den einfachen Hilfsmitteln der Austern- und Schwammfischer hervor-

gegangen, werden über den Meeresgrund gezogen. Im Anfang eine Kratze mit daranhängendem Sack, wurde das Scharrnetz (als Dredsche und Trawl unterschieden) von O. F. Müller in die Wissenschaft eingeführt, von Ball, Sigsbee und Agassiz verbessert und besteht jetzt aus einem zipfelförmigen Netz mit Maschen von verschiedener Feinheit, in das auf der Reise des „Challenger" noch ein zweites unten offenes eingesenkt wurde, so daß das Ganze einer Reuse gleicht. Das Netzwerk ist in einem aus zwei U-förmigen und miteinander verbundenen Bügeln bestehenden Rahmen aufgehängt, die es schützen und vor dem Umschlagen bewahren sollen. Eine von der Netzöffnung gespannte Kette oder eine Stange scharrt bei der Dredsche den Bodensatz zusammen, während sich in den angehängten Quasten manche Seetiere fangen. Je nach der zu erwartenden Tiefe werden größere oder kleinere, aber schwerere Schleppnetze verwendet. Würde nun aber das Schleppnetz einfach hinabgelassen, so würde es bald ins Treiben geraten und gar nicht oder sehr spät erst den Grund erreichen. Um dem vorzubeugen, werden in gewisser Entfernung von dem Netz an dem Stahldraht, der das früher gebräuchliche Hanfseil ganz verdrängt hat, Gewichte befestigt, die es schnell hinabziehen und es richtig legen. Die Quastendredsche besteht aus einer Anzahl an einem Rahmen befestigter Hanfbüschel.

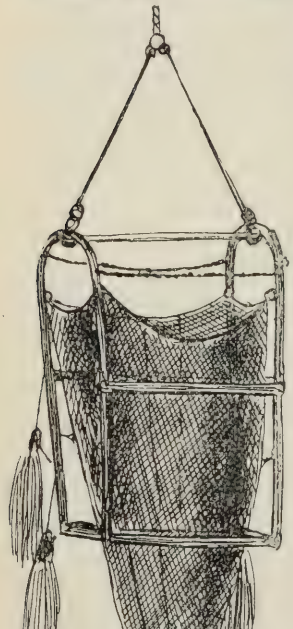


Abb. 16. Schleppnetz.

Die Schwebenetze sollen die Organismen fangen, die im Meere frei schweben. Die Planktonnetze in ihrer ursprünglichen Gestalt sind eigentlich keine Fangwerkzeuge, sondern Filtrier- oder Seiheapparate, mit denen man aus einer bestimmten Menge Wassers die kleinen organischen Lebewesen herausfischt. Über einem Rahmen von bekanntem (1000 qcm) Flächeninhalt wird ein Zeugtrichter angebracht, der in ein unter ihm angebrachtes Netz von feinster Müllergaze führt. Sehr kleine Lebewesen Eier, Larven usw. können aber doch noch durch die feinen Maschen hindurchschlüpfen, deshalb befindet sich darunter noch ein eimerartiger Beutel aus demselben Tuche. Dieser ganze Apparat wird nun in die gewünschte Tiefe hinabgelassen und dann senkrecht heraufgezogen, so daß in ihm der ganze Inhalt der durchfischten Wassersäule in einem unter angebrachten Eimerchen zurückbleibt und entweder in Alkohol oder einer

anderen Flüssigkeit konserviert oder gleich gezählt und bestimmt werden kann, wofür sogar besondere Apparate konstruiert sind, auf die wir hier nicht weiter eingehen wollen.

Zurzeit, wo sich ein großes Interesse gerade den in verschiedenen Abständen von der Oberfläche frei schwebenden Organismen zugewendet hat, verdient das Schließnetz (Abb. 17) besonderer Erwähnung, um dessen Konstruktion sich vor allem Chun, der Leiter der Valdivia-Expedition, verdient gemacht hat. In seiner heutigen Gestalt besteht das Schließnetz aus einem an einen Klappbügel hängenden zipfelförmigen Sack, der oberhalb seiner Öffnung einen sehr sinnreichen Mechanismus trägt. Sein Hauptbestandteil ist eine fein gearbeitete Flügelschraube oder ein Propeller, eine Schiffsschraube in verkleinertem Maßstab, die so gestellt werden kann, daß sie sich, nachdem das Netz eine gewisse Wasserschicht, sagen wir von 2500 bis 2900 m, durchlaufen hat, selbsttätig auslöst und ein Schließen des Netzes bewirkt. Einfacher und deshalb bequemer ist das Nansensche Schließnetz, bei dem der Verschluß durch eine etwa um die Mitte des Beutels laufende Schlinge bewirkt wird, die man von oben her zuzieht, sobald die gewünschte Wasserschicht durchfischt ist.

Abb. 17. Schließnetz, geöffnet.

Zum Schluß wollen wir neben dem Vertikalnetz, das hinabgelassen wird und beim Hinaufziehen alle Schichten durchfischt, die eigentümlichen Tiefseereusen, die der um die Meeresforschung so verdiente Fürst von Monaco gebaut hat, kurz erwähnen. Ihre Wirksamkeit beruht auf der Anziehung, die das Licht auf alle Dunkelbewohner, also auch auf die Tiefseetiere, ausübt. Dieser Fangapparat besteht aus einem Kasten aus Drahtgitter, in dessen Inneres fünf allmählich sich verengernde reusenartige Öffnungen führen. In der Mitte ist eine elektrische Glühlampe angebracht, für die einige in einem Kasten am Boden befindliche Elemente den Strom erzeugen. Damit sie aber nicht durch den großen Wasserdruck zerstört werde, besorgt ein an dem Kasten angebrachter und mit Luft gefüllter Ballon den Ausgleich des Druckes. Der ganze Apparat wird ins Meer hinabgelassen, seine Lage durch eine Boje bezeichnet, und nach einiger Zeit, oft erst nach 24 Stunden, wieder an die Oberfläche gewunden, und man hat gute Erfolge mit ihm erzielt. Andere Tiefseereusen enthalten nur Köder für die zu fangenden Tiere.

Das Fischen mit derartigen schweren Apparaten verlangt viel Ar-

heit, bietet aber den dabei Beteiligten oft eine Menge dankbarer Überraschungen, nicht selten aber auch Enttäuschungen. Um $^1/_2$7 Uhr morgens versenkte die „Valdivia" an der Südwestküste Afrikas das Schleppnetz in die Tiefe, um 12 Uhr erreichte es bei 5500 m den Grund, wurde dort eine Stunde lang gezogen und war erst um 7 Uhr abends wieder an Bord. Und was enthielt es? Kaum ein einziges lebendes Wesen, lauter Schlamm und steinartige Gebilde! Die Last, die die Netze samt ihrem Inhalt darstellen, ist oft so enorm, daß es unmöglich wäre, sie mit Menschenhand zu bewegen. Thomson berechnete sie für einen Fischzug an Bord des „Porcupine" auf 2042 (engl.) Pfund; zur Hebung einer solchen Masse sind natürlich Maschinen nötig, und die „Valdivia" hatte deren eine elektrische und eine Dampfmaschine an Bord. Um plötzliche Rucke und Störungen zu vermeiden, wird das Netz an einem sog. Akkumulator federnd aufgehängt, ein Dynamometer zeigt die Größe der heraufzuziehenden Last an, und man hat sogar eine Einrichtung getroffen, daß der Spannungsmesser, sobald er ein Maximum anzeigt, ein elektrisches Läutewerk in Bewegung setzt. Nach einer Lotung oder nach dem Heraufholen eines Dredschzuges herrscht natürlich das regste Leben an Bord. Da gibt es gar viel zu tun für einen jeden; Stunden, ja Tage gehen darüber hin, bis alles Notwendige besorgt ist! Und doch, so wollen wir mit Marshall schließen, „köstliche Minuten für den Naturforscher! Wie schlägt sein Herz höher, erblickt er eine ihm wohlbekannte, aber lebend noch nie gesehene Seltenheit, oder eine neue, fremdartige Form, der er auf den ersten Blick ansieht, daß sie geeignet ist, ein Verbindungsglied zwischen bis dahin getrennten und isoliert stehenden Geschöpfen zu bilden! Diese Gefühle kennt nur der Fachmann, es sind die herrlichsten Blüten, welche auf dem nicht eben dornenlosen Pfade unserer Wissenschaft blühen!"

VIII. Abschnitt.

Die Pflanzen des Meeres.

Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts war allgemein die Ansicht verbreitet, daß das Meer nur in seinen dem wärmenden Sonnenlichte zugänglichen Teilen, also in der Nähe der Oberfläche und besonders im Küstenwasser von lebenden Wesen bevölkert sei. Der mit der Tiefe zunehmende ungeheure Druck, das Fehlen des Lichts in größeren Tiefen war an sich schon Grund genug anzunehmen, daß die tieferen Schichten unbewohnt sein müßten, daß dort nichts als starre

Ruhe zu finden wäre, der alles Lebende fehle. Allerdings führte irgendein Umstand hier und da einmal einen seltsam aussehenden Fisch oder einen absonderlich geformten Krebs an die Oberfläche, der von Schiffern angestaunt und wieder fortgeworfen, günstigen Falles als Reiseerinnerung heimgebracht und als Sehenswürdigkeit einem Museum übergeben wurde. Erst als später die ersten Anfänge mit einer systematischen Erforschung der Meere gemacht wurden und die Netze zugleich mit größeren Meeresbewohnern eine ungeahnte Lebewelt kleiner und kleinster Wesen, deren Formen und Mengen nur das mit dem Mikroskop bewaffnete Menschenauge zu erkennen vermag, an das Tageslicht brachten, da erkannte man, daß das Meer einen so außerordentlichen Reichtum an Arten und Individuen in seinem Schoße beherbergt, daß kein Teil der festen Erdrinde auch nur im entferntesten mit ihm in Wettbewerb treten kann. Noch sind uns längst nicht die ungezählten Arten auch nur annähernd alle bekannt; zählte doch Haeckel allein von der einen Abteilung der Foraminiferen nicht weniger als 4318 verschiedene Arten auf. Jede Expedition bringt neue und bis dahin unbekannte Formen mit nach Haus, und bis auf Jahrzehnte hinaus werden unsere Naturforscher mit mehr als genügend Arbeit versehen sein, die das unendliche Meer ihnen bietet.

Eine sehr nahe liegende Frage ist nun die: wie ernähren sich alle diese Heerscharen der Meerbewohner? Ob viele Tiere, wie vermutet wurde, das Meerwasser wirklich als Nährlösung benutzen und die dort vorhandenen Stoffe einfach in sich aufnehmen können, erscheint doch zweifelhaft. Aber wir wissen, unsere Festlandstiere, selbst solche, die von dem Fleische anderer leben, sind in letzter Hinsicht auf diejenige organische Nahrung angewiesen, die ihnen die Pflanzenwelt liefert. Wenn mit einem Male aller Pflanzenwuchs auf der Erde verschwinden würde, so müßte auch in sehr kurzer Zeit darauf alles Tierleben aufhören zu sein. Denn nur die Pflanze ist imstande, aus den anorganischen Bestandteilen, die sich auf unserer Erde finden, organische herzustellen, nur sie vermag aus diesen Stoffen durch den uns noch so rätselhaften Lebensvorgang in ihrer Zelle den Tieren die richtige Nahrung zu bereiten.

Wie verhält es sich nun in dieser Beziehung mit den Milliarden von Meerestieren? Auch sie sind in letzter Linie auf organische Nahrung angewiesen. Zwar bringen die großen Flüsse deren eine bedeutende Menge ins Meer; aber diese Sinkstoffe kommen nur einem sehr kleinen Teile der riesigen Ozeanbecken zugute und liefern nur einen geringen Prozentsatz der für die Tierwelt nötigen Nahrung; die Mitten der Ozeane und ihre Tiefen samt den dort lebenden Tieren müssen auf

andere Nahrungsquellen angewiesen sein. Passend vergleicht Walther diese Gebiete mit einem Industrieland; wie ein solches sind sie durch aus auf eine Einfuhr von Nahrungsstoffen angewiesen.

Nun hat auch das Meer seine Pflanzen, die sich allerdings meist in der Nähe der Küsten und nahe dem Wasserspiegel vorfinden. Denn der oben erwähnte Vorgang der Assimilation kann in den Pflanzen nur dann stattfinden, wenn die alles belebenden Strahlen der Sonne sie bescheinen. Unter ihrem Einfluß bilden sich in den Pflanzenzellen die mit einem meist grünen, oft auch gelblichen oder rotbraunen Inhalt angefüllt sind, organische Verbindungen. Für die Pflanzen, so weit sie nicht Schmarotzer oder Fäulnisbewohner sind, ist das Licht viel mehr Lebensbedürfnis als für die Tiere; es liefert ihnen die Energie für die Stoffumsetzung. Die Lichtstrahlen verlieren aber, wie wir sahen, beim Eindringen in das Wasser gar bald ihre Kraft, und zwar sind es gerade die roten und gelben Lichtstrahlen, die zuerst verschluckt werden, während die für diesen Vorgang der Assimilation so nötigen grünen und blauen noch bis zu einer gewissen Tiefe hindurchzudringen vermögen. Die rote und braune Farbe ist als eine Anpassung an die Lichtverhältnisse des Meeres; die roten und braunen Algen legen gewissermaßen auf die ebenso gefärbten Lichtstrahlen keinen Wert und strahlen sie zurück, für sie sind nur die grünen und blauen von Bedeutung. Aus diesem Grunde verschwindet die Pflanzenwelt immer mehr, je weiter das Schließnetz ins Meer hinabsteigt. Die Durchsichtigkeit des Wassers spielt dabei natürlich eine wichtige Rolle; oft ist schon in 150—200 m Tiefe alles Pflanzenleben erloschen. Im allgemeinen kann man von oben nach unten drei Zonen unterscheiden. Die oberste reicht bis etwa 80 m; in ihr findet sich unter dem Einfluß des Sonnenlichtes ein großer Reichtum assimilierender Pflanzen anfangs solche mit grünem Farbstoff, weiter unten übergehend in braun oder Ledertange und endlich in Rottange. In der zweiten Schicht bis 150 m hat die Pflanzenwelt ganz erheblich abgenommen, doch haben sich dem hier herrschenden Dämmerlichte, das in der untersten Stufe unseren Augen kaum wahrnehmbar sein dürfte, einige wenige Algen (Halosphaera) und Diatomeen noch anpassen können. In der unterste Zone ist das Pflanzenleben so gut wie erloschen. Nur die zu den Kugelalgen gehörenden, obengenannten Halosphaeren sind noch in Tiefen von 1000 bis 2000 m angetroffen worden; von einer Assimilation kann dort kaum noch die Rede sein, und es fragt sich, ob die Algen in diesen Tiefen wirklich gelebt haben oder ob es nur ihre Leichname sind, die wenn sie dort gefunden werden, auf der Reise nach der Tiefe begriffen

sind. Auch Pflanzengebilde niedrigster Art, die Bakterien, die infolge Mangels einer solchen assimilierenden Farbsubstanz vom Licht unabhängig sind, gewissermaßen als Schmarotzer im Meerwasser leben und sich von den herabsinkenden organischen Stoffen ernähren, können in großen Tiefen noch existieren, und die Deutsche Tiefsee-Expedition stellte ihr Vorhandensein noch in 1758 m Tiefe fest. Nur die allergrößten Tiefen scheinen frei von ihnen zu sein. Sie spielen jedenfalls auch im Meere als Zersetzer abgestorbener organischer Stoffe dieselbe wichtige Rolle wie auf dem Lande. Alle Meerespflanzen — abgesehen von den beiden Seegrasarten (Zostera marina und Z. nana) — gehören zu den Kryptogamen, d. h. sie erzeugen keine mit bloßem Auge sichtbaren Blüten, Früchte oder Samen. Wir können sie in festsitzende und freitreibende einteilen. Erstere werden sich, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, nur im flachen Küstenwasser entwickeln können; sie bilden die Küstenflora, die in einem schmäleren oder breiteren Gürtel sich bis zur Tiefe von etwa 30 m ins Meer hinein erstreckt. Die Pflanzengeographen unterscheiden hier einen Gürtel von zeitweise auftauchenden und einen von beständig untergetauchten Pflanzen; erstere zeigen besondere Schutzmittel gegen Austrocknung, Änderung des Salzgehaltes und der Wärme, auch besitzen diese Pflanzen ein großes Regenerationsvermögen, da die Brandung sie leicht zerreißt. Manche von diesen Küstenpflanzen können allerdings den Anschein erwecken, als ob sie aus größeren Tiefen emporsteigen, wenn man sie an steil abfallenden Küsten mehrere hundert Meter vom Strande entfernt findet. Dazu gehört beispielsweise die Macrocystis pyrifera von der Südspitze Amerikas, deren flatternde, dunkelgrüne Blätter, die eine Länge von 200 bis 300 m erreichen sollen, 100 bis 200 m schräg vom Boden aufsteigen und flach im Meere an der Oberfläche schweben. Zahlreiche andere Tangarten gehören hierhin, so die Riementange (Laminaria), deren gestielte, schmale bandförmige Blätter bis zu 3 m lang werden, und die Riesentange (Nereocystis), die eine Länge von 90 m erreichen können. Der Stengel der Pflanze wird durch einen Luftsack von der Gestalt einer Rübe schwimmend erhalten, der eine Länge von mehr als Mannesgröße erreichen kann. Diesem Luftballon entspringt ein Büschel dicker schmaler Blätter, die schließlich als Rosetten von 10 bis 20 m Durchmesser dichte unterseeische Wiesen an den nördlichen Küsten Asiens und Amerikas bilden. Einen kleineren Vertreter hat dieser Riesentang an unseren Küsten, den Blasentang (Fucus vesiculosus, Abb. 18), dessen Blattorgane durch zwei einander gegenüberstehende Blasen schwimmend erhalten werden. Ferner sind noch zu nennen sich wie Schlangen windende Aliarien,

baumförmig verzweigte Lessonien, zahlreiche zierliche Florideen mit rotem oder violettem Farbstoff und die grünen Rasen zarter Algen, die Steine, Felsen und Muscheln an der Küste überziehen. Höchst interessant sind manche der meerbewohnenden Tange und Florideen (Phyllocladia, Wrangelia u. a.) deshalb, weil sie unter Wasser ein gewisses Leuchten zeigen und ein mattes Licht auszustrahlen scheinen, das aber nicht von den Pflanzen selbst ausgeht, sondern durch das reflektierte Tageslicht bewirkt wird, dessen wenige in die Tiefen dringenden Strahlen von linsenartigen Körperchen in den Pflanzen eifrig gesammelt werden. Demselben Zweck der Lichtansammlung scheinen auch die zierlichen, gegitterten Schalen vieler Diatomeen zu dienen, die wir unter dem Mikroskop bewundern und die als Bewohner des Meeres in zahlreichen Formen anzutreffen sind.

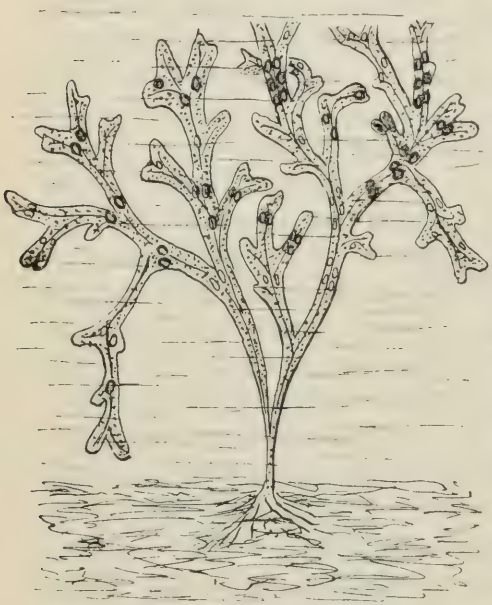


Abb. 18. Blasentang (Fucus vesiculosus).

Einen Übergang zu den frei im Meere treibenden Pflanzen macht der Beerentang (Sargassum bacciferum) insofern, als große Massen von ihm im Atlantischen Ozean zwischen 20° und 30° nördlicher Breite treiben und das bekannte Sargasso bilden, von dem jener Meeresteil seinen Namen hat. Da diese Tangwiesen aber ursprünglich von Küstenpflanzen an den Westindischen Inseln stammen, von wo die herrschenden Winde sie auf das hohe Meer hinaus entführt haben, gehören sie rechtmäßig nicht zur Planktonflora. Bekannt ist, daß Columbus, als er diese treibenden Pflanzenmassen in Sicht bekam, sie für das er sehnte Festland hielt. Die Plankton-Expedition hat sich auch mit dem Sargassomeer beschäftigt. Sie konnte feststellen, daß die Pflanzen sich nur bei stärkerem Winde, dessen Richtung die treibenden und durch Luftbläschen getragenen Blätter annehmen, zu schwimmenden Wiesen zusammenlegen, deren wirkliche Größe jedenfalls nicht den früheren Vorstellungen entspricht. Die Menge der Tangmassen ändert sich aber jährlich. Die Planktonforscher fanden im Sargassomeer eine auffallende Armut an Tieren; hauptsächlich sind es Seenadeln und Seepferdchen, die sich mit ihrem Schwanz an den Pflanzen festhalten, Ko-

lonien von Hydroidpolypen, ferner Krabben und Garneelen, die diese Tangwiesen bewohnen, dazu eine größere Anzahl mikroskopisch kleiner einzelliger Tiere. Als Agassiz einst die Sargassobüschel untersuchte, fand er darin ein aus verfilzten Tangmassen gebildetes Nest von der Größe einer starken Faust, in dem sich eine große Anzahl Eier befand. Da Nestbau bei den Fischen bekanntlich zu den Ausnahmen gehört, das Bauwerk aber wohl nur von einem solchen herrühren konnte, wurde er neugierig; er tat das Ganze in ein Glas und nach einiger Zeit schlüpften aus den Eiern kleine Fischchen (Chironectus pictus), die, wie sich herausstellte, den Meerteufeln unserer Nordsee nahe verwandt waren. Auffallend ist die Ähnlichkeit in Farbe und Form, die viele dieser Tangbewohner mit den Pflanzen haben, sie ist oft so groß, daß es schwerhält, Tiere und Pflanzen voneinander zu unterscheiden.

Die Hauptmasse der organischen Stoffe wird aber von den Pflanzen des Planktons gebildet, die, frei schwebend, die Oberflächenschichten oft in solcher Unzahl bevölkern, daß das Wasser durch sie gefärbt erscheint. Sie gehören fast alle der Gruppe der einzelligen Algen an, sind meist für das unbewaffnete Auge unsichtbar, und ihre ungeheure Anzahl erklärt sich aus dem riesigen Fortpflanzungsvermögen, das ihnen innewohnt. Dazu ist ihr Verbreitungsgebiet außerordentlich groß, da es sich in annähernder Gleichmäßigkeit von Pol zu Pol erstreckt, während die festsitzenden Pflanzen auf den schmalen Küstenraum beschränkt sind. Daß so gut wie gar keine höher organisierten Pflanzen zur Planktonflora gehören, ist auf den ersten Blick auffallend, erklärt sich aber wohl daraus, daß die pflanzlichen Gebilde des Meeres wegen der überaus günstigen Beschaffenheit ihrer sich stets gleichbleibendem Umgebung ihre ursprüngliche Einfachheit bis heute bewahren konnten; bei den Landpflanzen dagegen, wo Klima, Bodenbeschaffenheit usw. ganz wechselnde Lebensbedingungen schuf, erzeugte erst dieser Notstand die höher und am höchsten organisierten Formen. Auch können in den durch Strömungen und Temperaturwechsel stetig sich verändernden Oberflächenwassern nur kurzlebige Formen Bestand haben, die sich durch riesige Vermehrung äußerst rasch entwickeln, aber ebenso schnell auch absterben, wenn eben eine Änderung ihrer Lebensbedingungen eintritt. Wir werden später sehen, daß der Planktonreichtum in den nördlichen Polarmeeren viel größer ist als in den Meeren südlicher Breiten, daß der Frühling mehr Planktonpflanzen und -tiere hervorbringt als der Hochsommer.

Zu den schwebenden Meeresorganismen gehören zahllose Algen, vor allem die zierlichen Diatomeen, von deren zu Boden sinkenden Schalen

wir schon früher gesprochen haben; dann die ebenfalls mit einem Kieselpanzer umgebenen Dinoflagellaten und besonders die Peridineen (Ceratium tripos, Abb. 19). Nach Berechnung von Hensen beträgt die Bildung organischer Substanz durch diese mikroskopisch kleinen, auf der Grenzscheide zwischen Pflanzen- und Tierwelt stehenden Organismen jährlich in einem Quadratmeter Meerwassers etwa 150 g, von denen 130 g allein auf die oft absonderlich geformten Ceratien kommen. Die Zahl dieser Pflanzenorganismen des Oberflächenwassers ist danach ungeheuer groß. Bei einem Netzzug durch eine 20 m dicke Oberflächenschicht wurden 5700000 Organismen gezählt; fünf Millionen stellten davon allein die Algen. Eine scharlachrote Kugelalge (Protococcus atlanticus) erfüllt zu Milliarden oft das Meer an den Küsten Portugals, ähnlich wie die roten Bündel einer Fadenalge (Trichodesmium erythraeum) in gewissen Monaten die Oberflächenschichten des Roten Meeres, des Stillen und Atlantischen Ozeans färben. — Es sei schon hier erwähnt, daß diese Organismen, geradeso wie viele Planktontiere, trotz ihrer geringen Größe oft überraschende Einrichtungen besitzen, durch die ihnen das Schweben im Wasser ermöglicht oder er leichtert wird. Das kann durch Abscheidung von Fett- und Öltröpfchen geschehen, die dem Organismus zugleich als Reservestoffe dienen, ferner durch Oberflächenvergrößerung durch Streckung und Abflachung oder durch Bildungen, die man geradezu als Schwebeapparate bezeichnen kann, wie Hörner, Stacheln, Flügel und andere Membranauswüchse; es hat sich gezeigt, daß gerade die mit den längsten Auswüchsen versehenen Ceratien (Abb. 19) besonders in den wärmeren und salzärmeren und daher weniger tragfähigen Oberflächenströmungen zu finden sind, so daß diese niederen Organismen ein gutes Kennzeichen für die verschiedene Temperatur, den Salzgehalt des Oberflächenwassers und die daraus resultierenden Strömungen sind. Diese pflanzlichen Ur-

Abb. 19.
Drei Formen von Ceratium, oben C. tripos.

gebilde sind nun in ihrer Gesamtheit für das Tierleben im Meere von der allergrößten Bedeutung. Sie bilden, wie wir sahen, die „Urnahrung"; ihre mikroskopisch kleinen Körperchen dienen zunächst als Futter für die kleineren tierischen Wesen, Foraminiferen (Abb. 7) und Radiolarien (Abb. 8), Hydroidpolypen, kleine Krebstiere, Salpen und andere, sowie für die Milliarden von Larven, die pelagisch leben, um erst später eine andere Lebensweise anzunehmen; sie ersetzen im Meere die Wiesen und Weiden, die Wälder und Felder des Festlandes. Dieser Urnahrung wandte Hensen und seine Nachfolger ganz besonderes Interesse zu; man zählte, schätzte und registrierte die Planktonorganismen in verschiedenen Tiefen, man untersuchte ihren Gehalt an Kohlenstoff, Stickstoff und anderen Bestandteilen, und dieser Zweig der Meeresbiologie drohte eine Zeitlang alle anderen Untersuchungen zu ersticken. Aber es ergaben sich doch wichtige Unterschiede zwischen dem Küsten- und dem Hochseeplankton, es zeigte sich, daß der größte Reichtum nicht im Hochsommer vorhanden ist, sondern in der kälteren Jahreszeit, daß die Erneuerung des Wassers durch vertikale und horizontale Strömungen für die qualitative und quantitative Verbreitung dieser Schwebeorganismen von größter Bedeutung ist. Die Pflanzen bringen also organische Substanz hervor, die Tiere verzehren sie wieder. Die kleineren Tiere bilden wieder die Nahrung der größeren, und diese endlich müssen den Magen der zahlreichen Meerriesen füllen. Dabei ist wohl zu bedenken, daß das kalte Wasser der Tiefe konservierend wirkt, so daß auch die abgestorbenen Leiber der Oberflächenorganismen während des Herabsinkens noch eine gute Nahrung für die Tiefseetiere bilden. Auch ihre abgestorbenen Reste enthalten deshalb noch so viel Nährwert, daß viele Bodentiere davon leben können. Jetzt verstehen wir auch, wie wichtig eine umfassende Kenntnis der Lebensbedingungen und der Verteilung des Planktons nicht nur für die wissenschaftliche Erforschung der Meere, besonders auch der Meeresströmungen ist, sondern auch welchen praktischen Wert sie für Fischzucht und Fischfang hat. Deshalb hat sich seit einigen Jahren die Planktonforschung auch unserer einheimischen Binnengewässer bemächtigt, und die dortigen Verhältnisse teilweise ganz ähnlich den im offenen Meere herrschenden gefunden.

Aber noch eins ist zu beachten. Durch die Assimilation der Pflanzen wird die im Wasser gelöste Kohlensäure zerlegt und freier Sauerstoff abgegeben. Dieser ist aber für die Existenz jeglichen organischen Lebens unbedingt nötig. Untersuchungen des „Challenger", der „Pola", des dänischen Kreuzers „Ingolf" und andere haben festgestellt, daß überall da, wo vorwiegend pflanzliche Gebilde das Plankton ausmachen, das

Wasser einen reichen Gehalt an Sauerstoff besitzt. Wo ferner ein feine Schlick den Boden bedeckt und jedes Pflanzenleben zu ersticken scheint, fi den sich häufig noch die Schwefelalgen oder Beggiatoren; sie sind insofer von großer Bedeutung, als sie den dort sich entwickelnden giftigen Schwefe wasserstoff zerstören und zu Schwefelsäure oxydieren. So bilden d Pflanzen des Meeres nicht nur die Urnahrung aller Bewohner, sonder sie sorgen auch für die Lebensluft und die Reinhaltung des Elemente in dem sie und die Tiere leben.

IX. Abschnitt.

Die Tiere des Meeres.

Der 1854 verstorbene Edinburger Zoologe Edward Forbes hatte d Behauptung aufgestellt, daß unter der Tiefenlinie von 550 m organische Leben überhaupt nicht mehr zu existieren vermöchte. Dieser Grundsatz de berühmten englischen Gelehrten wurde bald allgemein angenommen un behielt jahrzehntelang Geltung. Man konnte sich nicht vorstellen, daß b dem schon hier herrschenden enormen Wasserdruck, daß hier im Reiche ewige Dunkels, daß bei der, wie man annahm, enorm kalten Temperatur de Wassers irgendwelches lebende Wesen sein Dasein fristen könne. Zwa hatte schon Roß im Jahre 1818 auf einer seiner Reisen aus ca. 1800 r Tiefe einen Seestern emporgeholt und ihn als ersten Boten eines reiche Lebens aus jenen verschleierten Abgründen von seinen Reisen mitge bracht; er hatte aber wenig Glauben gefunden. Forbes glaubte auf Gru seiner damaligen Kenntnis in bezug auf die Verbreitung der Meeres organismen in senkrechter Richtung vier Zonen annehmen zu müsse Die Schwierigkeit, die ohne Grenzen ineinander übergehenden Meeres schichten einzuteilen, ist nicht gering; man war gezwungen, dem Be spiele des Geologen zu folgen, der seine Schichten nach der Häufigke der in ihnen vorkommenden Versteinerungen, nach Leitfossilien, unte scheidet. Aber es braucht nicht gesagt zu werden, daß diese Grenzen kein scharfen sind, daß diese unterseeischen Lebensbezirke ganz allmählich in einander übergehen, und daß ihre unteren und oberen Grenzen durch ör liche Verhältnisse sehr oft verschoben werden. Im allgemeinen wird di Tiefseefauna da beginnen, wo das pflanzliche Leben infolge von Lich mangel aufhört und die niedrige Temperatur einsetzt. Da letzteres i den äquatorialen Gebieten erst in größerer Tiefe erfolgt als in den po laren, so wird in ersteren auch die Grenze der Tiefseetierwelt im große und ganzen tiefer liegen als in den Polarmeeren. In den wärmere

Meeren liegt die Grenze nach Chun etwa in 400 m Tiefe. Wir wollen uns hier einer allgemeineren Einteilung anschließen und die Meerestiere entsprechend ihrem hauptsächlichen Vorkommen unter der Zusammenfassung als Küsten-, Tiefsee- und Oberflächenfauna betrachten.

Die Litorial- oder Küstenzone der Meere zeichnet sich vor den oberflächlichen Schichten der Hochsee und den tieferen Senken vor allem durch ihre Bewegtheit aus. Ebbe und Flut, Winde und Stürme lassen das Wasser nicht zur Ruhe kommen und nötigen Tier- und Pflanzenwelt, sich fest vor Anker zu legen oder sich auf andere Art gegen die Bewegung der Wassermassen zu schützen. Das Licht kann das flache Wasser gut durchdringen, und durch die zahlreichen Küstenpflanzen ist für Nahrung und Sauerstoff reichlich gesorgt. Wo Flüsse in den Küstensaum einmünden, mischt sich das süße mit dem Salzwasser; der Untergrund ist bald sandig, bald felsig; kurz, für die Lebewelt der Küstenzone sind so wechselnde und vielseitige Lebensbedingungen gegeben, daß sich schon hieraus die große Mannigfaltigkeit der dort vorkommenden Tierformen zur Genüge erklärt. Die Bewohner der Litoralzone zeigen noch vielfach große Ähnlichkeiten mit den Landtieren, so daß wir annehmen müssen, daß viele von ihnen erst von dort her in ihr jetziges Element eingewandert sind. Es hat aber auch eine Einwanderung in die Flüsse landeinwärts stattgefunden, und an einigen Beispielen aus der Tierwelt können wir heute den Verlauf dieser Wanderung und die bisher erreichte Grenze ganz genau verfolgen. Einige Süßwasserfische (Hecht, Barsch) können das Seewasser ganz gut ertragen, andere (Maifisch, Lachs, Stör) ziehen regelmäßig von einem ins andere, die Flunder kann leicht an das süße Wasser gewöhnt werden. Teils auf solcher Einwanderung ins Land, teils auf den Folgen großer geologischer Veränderungen unserer Erdoberfläche beruht die auffallende Erscheinung, daß wir in manchen Binnenseen Tierformen finden, die echte Seefische sind, so in den skandinavischen Seen einen zur Gruppe der Panzerwangen gehörigen Fisch (Cottus quadricornis), einen echten Seefisch und Verwandten unseres Kaulkopfes, in den oberitalischen Seen Arten der Grundel (Gobius), des Schleimfisches (Blennius) und andere. Auch das Kaspische Meer, die Inlandseen der afrikanischen Scholle und andere große heute abgeschlossene Binnenseen, der Ladogasee, der eine echte Qualle beherbergende Victoria Njansa u. a. zeigen derartige Beziehungen zur See und beweisen uns dadurch, daß sie einstmals zu Zeiten großer Erdrevolutionen vom Weltmeere abgegliedert wurden. — Je nachdem wir eine rasch abfallende, von der Brandung stetig umspülte Steilküste vor uns haben oder einen sandigen, langsam absteigenden Strand, ändert sich das Bild der Litoralfauna. Dort sehen wir ein Heer possier-

lich aussehender Krabben eifrig beschäftigt, einen gestrandeten Seefisch zu zerlegen, unbekümmert um die Wellen flockigen Schaumes, die über ihnen zusammenbrechen. Eine eigentümliche Art der Verteidigung hat die Natur diesen Geschöpfen mit auf den Lebensweg gegeben; sobald irgendein Feind eine ihrer Scheren kräftig packt, sind sie imstande, durch einen plötzlichen Ruck sich des gefangenen Gliedes zu entledigen, sich selbst zu „amputieren", und bevor sich der verblüffte Gegner von seinem Erstaunen erholt hat, sind sie längst seinem Gesichte entschwunden. Das abgeworfene Glied, das immer an einer bestimmten Stelle sich ablöst, wächst bald nach, und man hat nachgewiesen, daß zur Ausführung der Operation den Tieren sogar eine besondere Muskel zur Verfügung steht, den man den Brechmuskel genannt hat.

Hier, auf dem Meeresboden, spielt der Kampf ums Dasein eine vielleicht noch wichtigere Rolle als auf dem Lande; zwei gepanzerte Ritter des Meeres, ein Hummer (Homarus vulgaris) und die dornbewehrte Languste (Palinurus vulgaris), machen sich dort gegenseitig die Beute streitig; auf dem felsigen Grunde lauert mit philosophischer Ruhe und stoisch blickenden Schlitzaugen ein großer weißgrauer Krake (Octopus vulgaris) auf Beute. Sobald er aber erregt wird, ändert sich sein Aussehen; die Haut bedeckt sich mit warzigen Körnern und nimmt braune, rötliche, gelbe Färbungen an. Trümmer von Korallenstöcken, Schalen von Muscheln und Schnecken bedecken im bunten Durcheinander den Seegrund. Hauptsächlich in der Nähe von Flußmündungen finden wir die Schalen der Klaffmuschel (Mya), der Korbmuschel (Corbula) und zahlreiche andere; im weichen Meeresschlamm ruhen verborgen Sandmuscheln (Psammobia) und Sonnenmuscheln (Tellina), ausgezeichnet durch zwei lang ausgestreckte, getrennte Röhren, die zur Aufnahme und Abgabe des Atemwassers dienen. In den wärmeren Meeren finden wir am Grunde, in der Tiefe von 12 bis 30 m die echte Perlmuschel (Meleagrina margaritifera), deren Perlen — nach neueren, aber noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen entstanden durch die Einwanderung von Saugwürmern — so begehrt sind. Taucher holen an ihren Hauptfundstätten, im Persischen Meerbusen, an der Westküste von Ceylon, bei Japan, im Meerbusen von Mexiko und in der Kalifornischen Bucht die Schalentiere ans Tageslicht, wo sie nach ihrem kostbaren Inhalt durchsucht werden. An den Küsten des Atlantischen Ozeans, der Nordsee und des Mittelmeeres lebt in großen Gesellschaften die schmackhafte Auster (Ostrea edulis), die der gewinn- und genußsüchtige Mensch in sogenannten Austerparks züchtet und mästet. Gewisse Küstenstriche des Mittelmeeres, so die Gestade bei Tripolis und die Ostküste der

Adria, bewohnt in geringer Tiefe unser Badeschwamm (Euspongia officinalis). Mit vierzinkigen langen Gabeln spießt man die Schwammkolonien auf und zieht sie ins Boot. Ans Land gebracht, werden sie geknetet und getreten, damit sich die weiche Körpermasse von dem Horngerüst löse, darauf gereinigt und gebleicht. Der Sand, der sich beim Einkauf manchmal noch in den Schwämmen findet, wird von schlauen Händlern absichtlich zugesetzt, damit er das Gewicht ihrer Ware erhöhe. Der beste ist der becherförmige,

Abb. 20.
Stock eines Kalkschwammes (Ascyssa acufera).

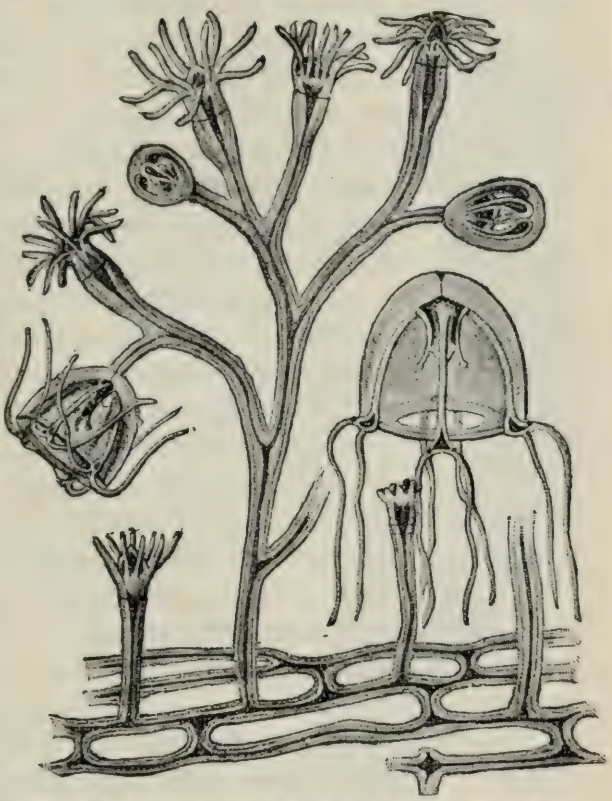


Abb. 21. Polypenstock (Bougainvillea ramosa) mit knospenden und sich ablösenden Medusen.

blaßgelbe Levantinerschwamm, der sich besonders an den Küsten Kleinasiens findet; die schlechteste Sorte des Handels bildet der grobe Pferdeschwamm. Stachelige Seeigel, Seesterne in mannigfaltigen Formen und oft prachtvoll roten Farben finden wir dort zwischen den Seepflanzen in enger Nachbarschaft mit kopfgroßen Klumpen oder zierlichen Bäumchen von Schwämmen (Abb. 20) mit Kolonien von Quallen erzeugenden Polypen (Abb. 21), mit farbenprächtigen Seeanemonen, den Lilien, Nelken und Rosen dieser unterseeischen Gärten, und mit Röhrenwürmern (Serpula), die ihre blaßroten Federkronen entfaltet haben. Einen Polypenstock stellt auch jenes zierliche, unter dem Namen Seemoos bekannte Gewächs dar, das man so oft in kleinen Ampeln als Zimmerschmuck sieht. Es wird gebildet durch die zarten Kolonien von Sertu-

larien, die jetzt auch an den deutschen Küsten gesammelt und dann künstlich grün gefärbt werden.

Ein ganzes Heer verschiedener Tierformen hat sich als Wohn- und Jagdgebiet die vielgestaltigen, zierlichen oder massigen Kalkbauten der Korallentiere auserwählt. Dazu gehören nicht nur die Meerdatteln, Bohrmuscheln und Bohrschwämme, Papageifische und Holothurien, sondern auch der rätselhafte Palolowurm, dessen wahre Natur erst vor kurzem von Krämer und Friedländer zu gleicher Zeit erkannt worden ist. Dieses rätselhafte Wesen ist das hintere, fast nur aus Fortpflanzungsprodukten bestehende Ende eines zu den Kieferwürmern gehörigen Wurmes (Eunice viridis), der im Korallenkalk wohnt. Er erscheint ganz regelmäßig bei Eintritt des letzten Mondviertels im Monat Oktober oder November an den Küsten der Samoa-, Tonga-, Viti- und Gilbertinseln und wird dann von den Eingeborenen massenhaft verspeist. Woher dieser rätselhafte Zusammenhang mit den Mondphasen kommt, ist uns zurzeit noch völlig unklar; er ist aber so groß, daß, wie Friedländer beobachtete, auch in einem Eimer Seewasser, in dem die Korallenstücke enthalten waren, die Abstoßung der Geschlechtsprodukte genau zu derselben Zeit stattfand. Eine verwandte Art (Eunice fucata) lebt auch im Atlantischen Ozean, und vor kurzem beschrieb der Japaner Izuka eine andere aus seiner Heimat; auch diese beiden zeigen jene merkwürdigen Beziehungen zum Mondwechsel, nur ist es bei der japanischen Art das Vorderende, das mit Eiern vollgestopft ist und abgeworfen wird.

Je weiter wir uns von der Küste und diesen „Gärten Poseidons" entfernen, je mehr wir vom Lichte weg uns den finsteren Gründen der Tiefsee nähern, desto mehr ändert sich das Bild. Dort ewiger Wechsel, fortwährende Bewegung, hier starre Ruhe. Mag hoch oben der wilde Orkan in furchtbarer Wut toben, die Tiere der Tiefsee muß er unbehelligt lassen. Herrschte an der Küste bei allen Tierformen vor allem das Bestreben nach Festigkeit der Körperdecke, nach einer gewissen Stabilität der Formen, nach engem Aneinanderschließen zum Zwecke gegenseitigen Schutzes vor, so finden wir in der Tiefsee mehr einzeln lebende Tiere, und die Massigkeit des Körpers hat hier oft einer entzückenden Feinheit der Gestaltung Platz gemacht. Dabei zeigen die Tiefseetiere vielfach eine Farbenpracht, die man früher dort nicht geahnt hatte, und die nur dadurch zu erklären ist, daß ihnen der Schutz einer der Umgebung angepaßten Färbung bei dem Mangel des Lichtes unnötig war, während sich die Bewohner der Flachsee am besten stehen, wenn sie ihrer Umgebung möglichst ähnlich sind oder als grau im Grauen verschwinden. Wir werden

später genauer sehen, daß die Tiefseetiere sich den veränderten Verhältnissen in oft überraschender Weise angepaßt haben.

Viele Tiefseebewohner leben am Boden des Meeres oder halten sich doch in seiner Nähe; es hat sich allerdings gezeigt, daß gewisse Tiefseetiere auch in weiterer Entfernung vom Boden angetroffen werden und deshalb mehr als pelagisch lebend anzusehen sind. Das eigentliche Gebiet der Tiefseefauna beginnt in etwa 400 m Tiefe, in wärmeren und salzreicheren Binnenmeeren aber schon näher der Oberfläche. Auf den letzten Expeditionen sind nun aus Tiefen von 4000 bis 5000 m Tiere heraufbefördert worden, die man vorher nur als Oberflächenformen gekannt hatte. Eine „intermediäre" unbelebte Schicht zwischen den Oberflächenschichten und den Tiefseegründen scheint überhaupt ganz zu fehlen, jedenfalls aber durchaus nicht so tierarm zu sein wie man früher anzunehmen geneigt war.

Abb. 22. Kieselskelett des Gießkannenschwammes (Euplectella aspergillum).

Echte Tiefseetiere sind in erster Linie die Glasschwämme, von denen die „Valdivia" 24 neue Arten heimbrachte, Gebilde von oft ganz bedeutender Größe, deren Skelett aus eng verfilzten feinen Kieselnadeln (Abb. 22) besteht. Wie ungeheuer zahlreich diese meist regelmäßig becher- oder schlauchförmig gestalteten Wesen den Boden des Meeres an manchen Stellen bedecken müssen, geht schon daraus hervor, daß die „Valdivia" in der Nähe des Thomson-Rückens im Nordatlantischen Ozean mit einem Zuge mehr als 500 Stücke eines und desselben Tiefseeschwammes (Tenea muricata) ans Tageslicht brachte. Einer der schönsten dieser Glasschwämme ist das Venuskörbchen (Euplectella aspergillum, Abb. 22). Der röhrenförmige, ca. 30 cm lange, sanft gebogene und in einen Wurzelschopf ausgehende Körper ist oben mit einer siebartig durchlöcherten Platte, die dem Tiere auch den Namen „Gießkannenschwamm" eingetragen hat, verschlossen. Das prachtvoll zarte und zerbrechliche Kieselskelett, das allein von diesem Tier nach Europa gebracht wird, ist aus vielen aneinander gekitteten sechsstrahligen Nadeln gebildet. Das Venuskörbchen wird bei den Philippinen gefunden; ein Verwandter (Hyalonema) wird in der Nähe von Yeddo gefangen, und besonders an der Westküste von Sumatra und bei den Nikobaren fand die „Valdivia" zahlreiche, zum

Teil neue Vertreter dieser Schwämme, unter denen eine 70 cm lang Semperella besonders genannt sei. Interessant sind die Glasschwämm auch aus dem Grunde, weil sie sehr oft anderen Tieren als Wohnun und Zufluchtsort dienen. Dahin gehört vor allem eine zollange Asse (Aega) und ferner eine Art von kleinen Garneelen (Palaemon); letztere Männchen und Weibchen, gelangen als Larven in den Schwamm hinein

Abb. 23. Eine Seewalze aus der Tiefe (Oneirophantes mutabilis)

und werden schließlich so groß, daß sie ihr Leben lang in diesem selbst gewählten Gefängnis zu bleiben gezwungen sind, das auch also ihr Gruft wird.

Von den Nesseltieren, unter diesem Namen faßt man die Po lypen, Quallen und Korallentiere zusammen, gibt es eine große An zahl Tiefseebewohner; dazu gehört der Riesenpolyp (Monocaulus im perator), von dem die Valdivia-Expedition an der ostafrikanischen Küst ein Exemplar von 1,5 m Länge hervorbrachte, dessen zart roter Kamm oben zwei hochrot gefärbte Tentakelkränze trägt, während das unter Ende auf dem Boden befestigt ist. Zu nennen sind weiter die See anemonen, von denen manche einen Übergang aus dem strahligen Ba in den zweiseitigen zeigen, der bereits eine rechte und eine linke Seit unterscheiden läßt; ferner einzeln lebende Korallen (Flabellum, Ste phanotrochus) und Kolonien von solchen, von denen Lophohelia pro lifera auch in der Tiefsee Riffe von bedeutender Mächtigkeit bilde kann, solche mit Hornskelett (Antipathes) und endlich die achtarmige Korallen, zu denen auch unsere Edelkoralle (Abb. 4), die aber unte 200 m nicht mehr vorkommt, sowie die leuchtenden Seefedern (Penna

tula) und andere schöne Formen gehören. Selbst von den zarten und ätherischen Quallen und Schwimmpolypen sind heute zahlreiche Vertreter in größeren Tiefen bekannt; von ersteren nenne ich die Gattungen Atolla und Periphylla, von letzteren die Rhizophysen, von denen die „Valdivia" einen 4 m langen Stock erbeutete.

Echte Tiefseebewohner sind vor allen die Stachelhäuter, die in ihrer ganzen Lebensweise, während ihres Alters wenigstens, auf den Meeresgrund angewiesen sind. Dahin gehören gewisse Seewalzen oder Holothurien (Oneirophantes, Abb. 23, Psychropotes u. a.) von raupenähnlicher Gestalt mit langen, tentakelähnlichen Fortsätzen, die merkwürdigen, mit Schwimmscheibe frei flottierenden Pelagothurien der Valdivia-Expedition, Seeigel (Salenia) mit oft riesigen Stacheln oder solche von dunkelvioletter Färbung mit hellgelben Rückenstacheln (Palaeopneustes), bewegliche, rot oder orange gefärbte Schlangensterne (Ophiomusium), wunderbar leuchtende Seesterne (Brisinga) und Angehörige der uralten Familien der Haarsterne (Abb. 25) und Seelilien (Abb. 24). Letztere treten schon in den ältesten Schichten der cambrischen Formation, erstere erst im Jura auf. Obgleich die Hauptzeit ihrer Blüte längst vergangenen Jahrtausenden angehört, scheinen sie stellenweise mit ihren auf schlankem, gegliedertem Stiele getragenen tentakelreichen Körper den Meeresboden geradezu zu bedecken. Als Jeffreys sein Schleppnetz in der Nähe von Kap Vincent in die Tiefe von fast 2000 m hinabließ, brachte es zwanzig Stück einer und derselben Seelilie (Pentacrinus Thomsoni, Abb. 24,1) herauf, und der „Challenger" erbeutete in der Südsee deren sogar fünfzig mit einem Male. In bezug auf die Erbeutung neuer und interessanter Krinoiden war besonders die Deutsche Tiefsee-Expedition vom Glück begünstigt. Die Haarsterne (Antedon, Abb. 25), die übrigens meistens seichteres Wasser vorziehen, gleichen auf den ersten Blick den Schlangensternen; sie können sich mit Hilfe ihrer Arme frei bewegen, machen aber in ihrer Entwicklung auch ein festsitzendes, sog. Pentakrinusstadium durch, ein Beweis, daß auch für die Haarsterne die festsitzende Lebensweise der ursprünglichere Zustand war.

An Würmern sind die Tiefseegründe sehr arm; zu erwähnen sind nur die Röhrenwürmer, die im Atlantischen Ozean aus mehr als 5300 m Tiefe, bei den Viti-Inseln in 5200 m, zwischen Japan und den Sandwich-Inseln in 5600 m Tiefe angetroffen wurden. Tausendfüße und Insekten fehlen ganz; von Spinnenasseln seien hier die gelbbraunen Kolossendeisarten genannt, deren lange Beine bis zu zwei Fuß klaftern, während der eigentliche Körper nur wenige Millimeter lang ist. Desto verbreiteter ist aber dort das artenreiche Geschlecht der

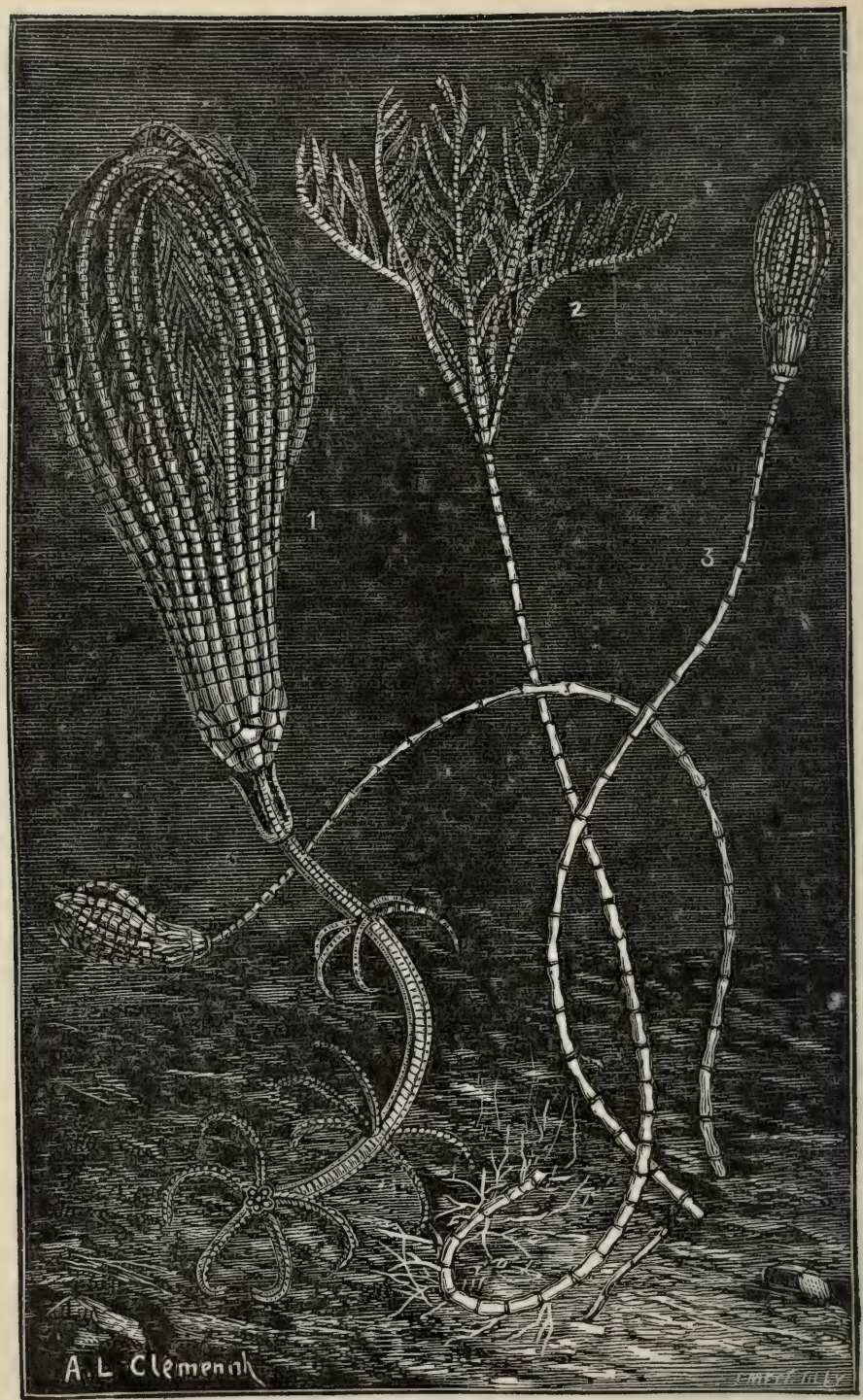


Abb. 24. 1. Pentacrinus Wyville Thomsoni. 2. Rhizocrinus lofotensis. 3. Bathycrinus gracilis.

Krebse. Sie machten in antarktischen Breiten manchmal etwa ein Fünftel der ganzen Beute aus größeren Tiefen aus. Unter diesen ist die Riesenassel (Bathynomus giganteus) zu nennen, die die für diese Gruppe kolossale Größe von 23 cm erreicht, ferner die Gnathophausien, deren dünnhäutiges Rückenschild nur die Schwanzsegmente freiläßt, endlich blinde (Thaumastocheles, Abb. 26), zum Teil aber auch mit guten Augen versehene Zehnfüßler, die durch ihre fadendünnen Fühler und riesenlangen Beine ebenso auffallen (Nematocarcinus, Hapalopoda), wie durch ihre oft hochroten, violetten oder braunen Färbungen.

Abb. 25. Antedon rosacea. Pentacrinusstadien in verschiedener Entwicklung.

Die Fische der Tiefsee, die uns hier besonders interessieren, geben sich schon durch ihr Äußeres als Bewohner jener finsteren Gründe zu erkennen; ihre Grundfarbe ist meist ein tiefes Sammetschwarz, Flecken oder besondere Zeichnungen fehlen ihnen. Fast allen gemein ist ein mit Zähnen gespicktes, sehr großes Maul, dessen Unergründlichkeit bei dem im Schlamme hausenden Melanocetus Johnstoni (Abb. 27, 3) durch einen riesigen Magensack, der drei Viertel des Tieres ausmacht, gekennzeichnet wird; beim Pelikanfisch (Saccopharynx pelecanoides, Abb. 27, 1), einem im übrigen aalartig aussehenden Fisch, findet das riesige Maul eine Fortsetzung in einem mächtigen Kehlsack, so daß das Tier, wie Marshall treffend sagt, „in seiner Gestalt Löffel und Trichter vereinigt". Wie der unersättliche Moloch, einer lebenden Fischreuse vergleichbar, werden die Tiefseefische mit weit geöffnetem Maule die weite Wasserwüste durchziehen, ruhelos und ohne Heimat. Viele Tiefseefische haben das Gemeinsame, daß ihr Körper mit langen Anhängen versehen ist, die teils am Kopfe, an den Lippen, entspringen, teils mächtig verlängerte Flossenstrahlen sind (Stomias, Eustomias, Melanocetus, Malacosteus); die Bauchflossen sind im allgemeinen wenig entwickelt, der Schwanz meist spitz zulaufend, und der Körper neigt zur Abplattung. Über die ihnen eigentümlichen Leuchtorgane werden wir an anderer Stelle zu sprechen haben.

Wie schon vorher gesagt, haben neuere Beobachtungen, namentlich die der Deutschen Tiefsee-Expedition festgestellt, daß eine Anzahl der bisher zur Grundfauna gerechneten Tierformen auch in weniger tiefen, in den sog. intermediären Schichten angetroffen werden Sie gehören danach mehr zu jenen Tieren, die man als pelagische bezeichnet, d. h.

Abb. 26. Gliedertiere aus der Tiefsee. 1. Colossendeis arcuata. 2. Nematocarcinus gracilipes. 3. Lithodes ferox. 4. Pachygaster formosus.

solche, die ohne feste Heimat in den mittleren Schichten sich aufhalten. Es hat sich ferner die Tatsache herausgestellt, daß zahlreiche Tierformen sowohl im Nördlichen als auch im Südlichen Eismeer angetroffen werden, in den zwischen beiden liegenden Gebieten aber fehlen. Man bezeichnet diese auffallende und nicht leicht zu erklärende Erscheinung mit dem Namen der „Bipolarität" der Tierwelt. Sie ist weniger ausge-

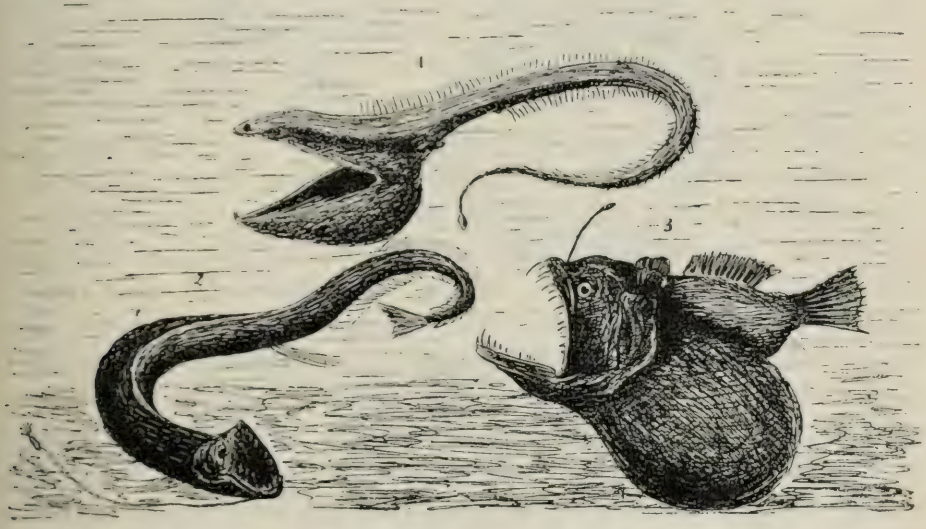


Abb. 27. Tiefseefische. 1. Saccopharynx pelecanoides. 2. Eustomias obscurus. 3. Melanocetus Johnstoni.

prägt in der Tierwelt der Flachsee und der Küstenregionen, deutlich dagegen in der Fauna der Tiefsee, die trotz der dort herrschenden Gleichförmigkeit der Lebensbedingungen nicht überall gleich, sondern in erster Linie von den in den oberen Schichten lebenden Nährorganismen abhängig ist. Am auffallendsten ist die Gleichheit der Arktis und der Antarktis in bezug auf die noch zu erwähnenden Planktonorganismen. Es sind hauptsächlich zwei Theorien, die diese Bipolarität erklären sollen, aufgestellt; die „Reliktentheorie" sagt, daß im Anfang der Tertiärzeit infolge des gleichmäßigen Klimas die Tierwelt auf der Erde auch sehr gleichmäßig verteilt gewesen sei, und daß nach Abkühlung der beiden Pole die Tierwelt der äquatorialen Gebiete sich besser entwickelte als die der Pole; die „Migrationstheorie" dagegen nimmt eine Wanderung der Tiefseetiere auf dem Meeresboden von Pol zu Pol an. Da aber über diese Untersuchungen die Akten noch längst nicht geschlossen sind, wollen wir uns wieder hinaufwenden zu Licht und Sonne, zu der charakteristischen Fauna, die die Oberflächenschichten bevölkert, der Tierwelt des Plankton.

Welch ein Gegensatz zu der stillen Finsternis der Tiefe! Hier ist doch wieder Licht, hier treiben Wind und Wellen wieder ihr Spiel! Auf der andern Seite aber auch wieder ein bemerkenswerter Unterschied von der Flachsee. Dort fanden wir die Tiere an ihren Lieblingsplätzen, die einen versteckt in den üppigen Tangwäldern, andere im Schlamm auf ihre Beute lauernd; diese zogen steile, felsige, jene sandige Küsten vor; je nach ihrer Vorliebe fanden wir die einen nahe den Mündungen von Flüssen, die anderen durch die zurücktretende Flut auf dem schlammigen Grund gebettet, kurz, jeder dieser Küstenstriche hatte gewissermaßen seine eigene kleine Welt, die, wenn auch natürlich ineinander übergehend, doch durch besondere Tierformen gekennzeichnet wird. Überall in der Tierwelt der Flachsee fanden wir Anpassungen an die Umgebung, in bezug auf die Farbe an den bald steinigen, bald sandigen Untergrund, oft auch hinsichtlich der Form an die Pflanzen. Alles das fällt fort, je weiter wir uns von der Küste entfernen. Hier ewiger Wechsel, dort die weite Fläche des Meeres, getragen von den lichtlosen Abgründen, mit ziemlich gleichem Salzgehalt, gleichen Lichtverhältnissen, gleicher Nahrung. Auch die pelagische Fauna ist größtenteils kosmopolitisch; nur für viele nahe der Oberfläche lebende Tiere gibt es eine Grenze nach den Polen hin; wo also andere trennende Unterschiede fehlen, tritt die Temperatur der gleichmäßigen Ausbreitung hindernd entgegen. Auf den ersten Blick erscheint es auffallend, daß besonders die nördlichen Meere planktonreicher sind als die südlicheren, daß nicht im Hochsommer die Zeit größter Entfaltung ist, sondern im Vorfrühling. Doch diese Erscheinung hängt mit den horizontalen und vertikalen Wasserströmungen zusammen; ein reiches Planktonleben entwickelt sich immer da, wo ein kräftiger Wasserwechsel stattfindet, und Hand in Hand mit der Entwicklung des ersteren geht das Auftreten von Fischen und anderen größeren Meertieren, die von den kleinen Planktonwesen leben. Darauf beruht auch der Fischreichtum beispielsweise der isländischen Gewässer.

Die ganze Lebenstätigkeit der Planktonorganismen vereinigt sich, wenn man so sagen darf, in dem Bestreben, in dem flüssigen Nährelemente zu schweben; Horizontalbewegungen haben wenig Zweck, wohl aber Vorrichtungen, die ein Steigen oder Fallen möglich machen, und wir werden sehen, daß die Tiere auf sehr verschiedene, oft äußerst sinnreiche Weise dieses Ziel zu erreichen gewußt haben. Ihre Zahl kann so groß sein, daß das Wasser dann mehr das Ansehen eines Breis oder einer Suppe erhält. Sie geben das Futter für die kleinsten tierischen Lebewesen ab, zunächst für die Milliarden von Foraminiferen und Ra-

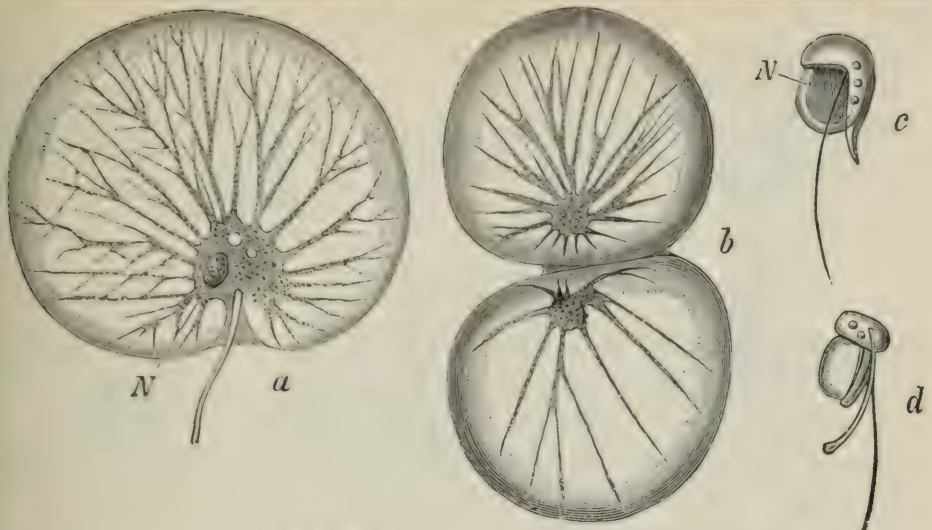


Abb. 28.
Noctiluca miliaris.
N = Kern; a = Einzeltier; b = zwei Einzeltiere in Konjugation begriffen; c und d = Schwärmsporen.

diolarien. Beide Ordnungen gehören zu den Planktontieren und unterscheiden sich, wie wir sahen, vor allem dadurch, daß erstere ein Kalkgehäuse, letztere ein Kieselskelett abscheiden. Je nach der Anzahl der Kammern unterscheidet man die Foraminiferen (Abb. 7) als einkammerige (Monothalamien) mit nur einer meist größeren, manchmal siebartigen Öffnung, und vielkammerige mit zahlreichen kleinen Poren (Polythalamien), bei denen die Kammern nach bestimmten Gesetzen aneinander gereiht sind und untereinander in Verbindung stehen. Bewegung, Atmung und Nahrungsaufnahme geschieht durch die aus der Öffnung heraustretenden Schleimfäden, die sog. Pseudopodien. Die Vermehrung scheint sich so zu vollziehen, daß der ursprünglich einzige Kern in Teilstücke zerfällt, denen der ganze Körper folgt und so eine Anzahl junger einkerniger Tiere liefert. Eine ähnliche Art der Fortpflanzung kennt man auch von den Radiolarien (Abb. 8), deren Formenschönheit und Artenreichtum uns Ernst Haeckel in Bild und Wort gezeichnet hat; gelegentlich kommt auch wohl Koloniebildung (Collozoum) vor. Zweitens findet sich bei ihnen noch eine Vermehrung durch Schwärmer vor.

Auch die einzellige, pelagisch lebende Noctiluca miliaris (Abb. 28), deren äußerem Körperrande gelegentlich ein sanftes Phosphorlicht entströmt, gehört zu den Planktontieren. Die kleinen Wesen erscheinen oft in so ungeheuren Mengen an der Meeresoberfläche, daß sie dort eine

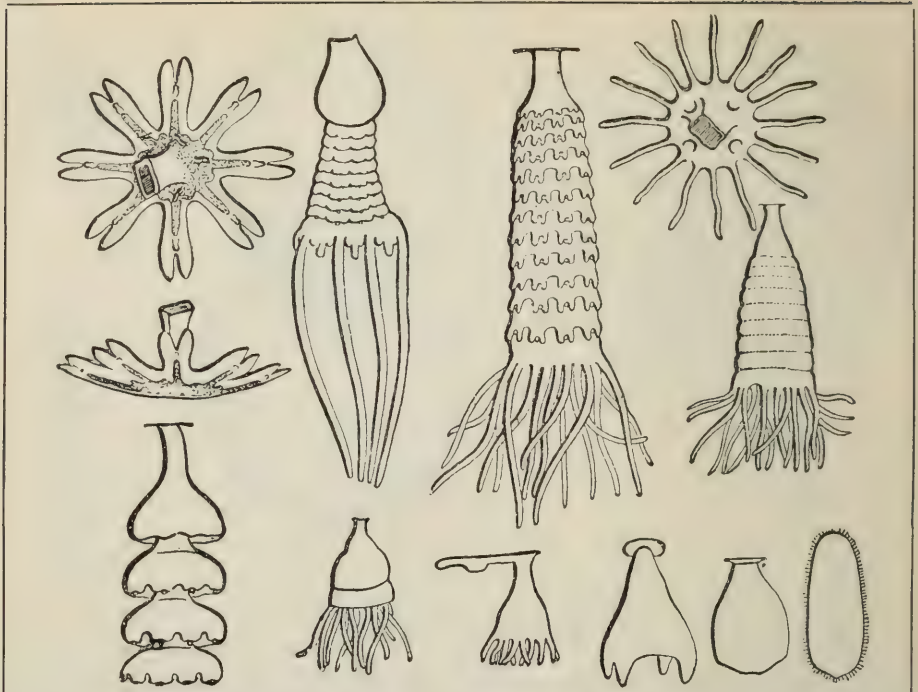


Abb. 29. Entwicklung der Ohrenqualle (Aurelia aurita).

ein bis zwei Finger dicke Schleimschicht bilden, die bei Tage das Meer manchmal rötlich färbt, bei Nacht aber ein sanftes Licht ausstrahlt, das bei Erregung des Wassers an Stärke zunimmt. Die Noctiluca bewohnt das Mittelmeer, den Nordatlantischen Ozean und die Nordsee, findet sich aber seltener in der salzärmeren Ostsee.

Den einzelligen oder Urtieren schließt sich eine große Anzahl zum Teil anfangs einfach gebauter Larven höherer Tiere an, die die Oberflächenschichten des Meeres oft in enormer Anzahl bevölkern, während ihre Eltern in der Tiefe leben, wohin auch die jungen Tiere nach vollzogener Verwandlung sich senken. Die Fortpflanzungsfähigkeit der meisten Seetiere ist eine ganz außerordentliche; man braucht nur einmal die traubenförmigen Eierstöcke eines Seesternes gesehen zu haben, um das begreifen zu können. Dazu kommt noch, daß sehr viele Meerestiere keine Periode der Fortpflanzung zeigen, sondern daß man in ihren Eierstöcken jederzeit reife Geschlechtsprodukte findet. Die meisten Tiefseetiere sind lebendig gebärend. Zu diesen pelagisch lebenden Jugendformen gehören die Winterlarven der Schwämme, die einfach gebauten Ephyrenlarven der Schirmquallen (Abb. 29), die zum Teil schon weit vorgebildeten, ebenfalls bewimperten Jugendzustände der später fest-

Abb. 30. Larven. A Seestern, B Schlangenstern, C Seeigel, D Seewalze.

sitzenden Aktinien und anderer Korallentiere, sowie die merkwürdigen, im Gegensatz zu den erwachsenen Tieren zweiseitig gebauten Larven der Stachelhäuter (Abb. 30). Sie erhalten ferner durch Bildung von allerlei lappigen, am Rande bewimperten Auswüchsen und dünnen, oft von feinen Kalkstäben gestützten Armen ein so auffallendes Äußere, daß man diesen Larven besondere Namen gegeben hat. Dahin gehören ferner die verschiedenen Wimperlarven der Würmer, der einäugige Nauplius und andere Entwicklungsformen (Abb. 31) der im Meere so überaus zahlreichen Krebse, dann die bewimperten Larven vieler Muscheltiere. Aber auch manche Fische haben ganz abweichend gestaltete Larven, die offenbar dem pelagischen Leben angepaßt sind und sich erst später wieder der Küste oder der Tiefe zuwenden, wo ihre Eltern wohnten. Zwar kommen auch Ausnahmen vor; so entwickeln sich die Larven der Segelqualle (Velella) in einer Tiefe von mehr als 1000 m, um erst später an die Oberfläche hinaufzusteigen.

Eine große Menge Tiere hat sich auch in fertigem Zustande dem pelagischen Leben angepaßt. Dazu gehören die Juwelen des Meeres, die mannigfach gestalteten, glockenförmigen Quallen (Abb. 32) von mikroskopischer Kleinheit bis zu 1 m Durchmesser (Chrysaora, Rhizostoma, Aurelia), die schwimmenden, glashellen, vornehmlich den tropischen Meeren angehörenden Schwimmpolypen oder Siphonophoren (Physalia, Physophora Abb. 33, Velella) und die zarten, eleganten Rippenquallen (Beroe, Pleurobrachia, Cestus Veneris). Zahllos ist das Heer der pelagischen Krebse, meist Tierchen von wenigen Millimetern Länge. Kleine Ruderfüßer (Copepoden), die Hauptnahrung des Herings und seiner Verwandten, darunter die leuchtend irisierende Sapphirina, färben

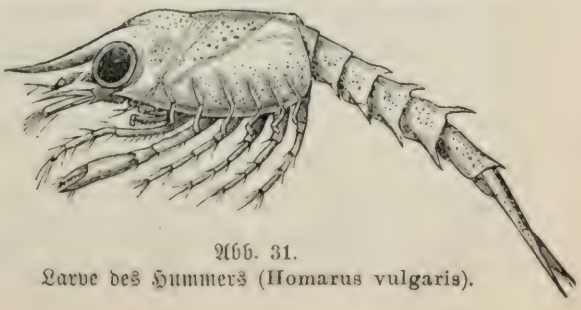


Abb. 31.
Larve des Hummers (Homarus vulgaris).

das Meer oft rotgelb; durchsichtige Schalenkrebse (Ostracoden) und garneelenähnliche Spaltfüßer (Schizopoden) treten in großen Scharen auf. Von Mollusken sind zu nennen viele Tintenfische (Cephalopoden), besonders das Papierboot (Argonauta argo), dessen Weibchen eine große, zarte Schale trägt, die wie ein Kahn auf dem Wasser schwimmt, dem viel kleineren Männchen aber fehlt. In den wärmeren Meeren enthalten die heraufgeholten Schließnetze fast immer

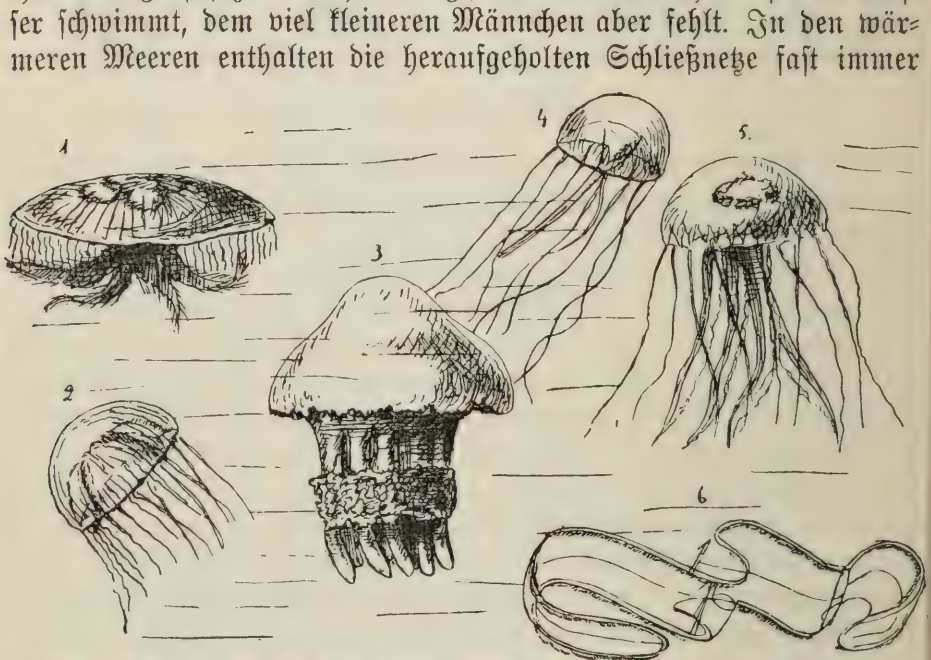


Abb. 32. Pelagische Quallen: 1. Aurelia aurita, 2. Olindias Müllerie, 3. Rhizostoma pulmo, 4. Carmarina hastata, 5. Pelagia noctiluca, 6. Cestus Veneris.

größere oder geringere Mengen von eigenartigen Schnecken von gallertartiger Körperbeschaffenheit, Heteropoden und Pteropoden. Erstere, die Kielfüßer (z. B. Carinaria, Atlanta), zeigen einen in eine seitlich zusammengedrückte, senkrechte Flosse umgeänderten Fuß. Die in mancher Hinsicht an die Tintenfische erinnernden Pteropoden sind teils schalentragende, teils nackte, augenlose Schnecken mit eigentümlich segelförmig gebildeten Lappen, die den Fuß darstellen (Clio, Creseïs u. a.); sie sind echt pelagische Tiere, die in ungeheuren Schwärmen besonders in wärmeren Meeren sich finden, tagsüber sich in mäßiger Tiefe halten und nur nachts bei ruhigem Wetter an die Oberfläche steigen. Manche von ihnen (Clio, Limacina) sind unter der Bezeichnung Walfischaas bekannt, weil ihre ungeheuren Mengen die Hauptnahrung der mächtigen Waltiere bilden. Echt pelagische Formen sind endlich die aus leuchtenden Manteltieren (Tunikaten) gebildeten Kolonien der Feuerwalzen (Pyrosoma), die, in Form zapfenartiger Hohlkegel, mit dem geschlossenen

Ende nach vorn eine Rückwärtsbewegung durch den Stoß des aus dem anderen Ende getriebenen Wassers ausführen können, sowie die Ketten der Salpen und andere Tunikaten. Es ist beobachtet worden, daß derartige Schwärme von Quallen, Salpen, Flügelschnecken u. a. sich sehr oft in der Nähe von Meeresströmungen vorfinden, und vor allem dort, wo solche sich treffen.

Von Fischen sind in erster Linie pelagisch lebend die Haie (Squalidae) mit dem Lotsenfisch (Naucrates), die auf ihren Raubzügen weite Meeresgebiete durcheilen, die Flugfische (Dactylopterus, Exocoetus), sowie ihre Verfolger, die farbenprächtigen Goldmakrelen (Coryphaena) und manche andere. Viele Hochseefische pflegen übrigens tagsüber in größeren Tiefen sich aufzuhalten und nur nachts bei gutem Wetter an die Oberfläche zu kommen. Wale, die oft wie die Möwen den Heringszügen folgen, scheinen nach Vanhoeffens Beobachtung eher Küsten- als Hochseetiere zu sein.

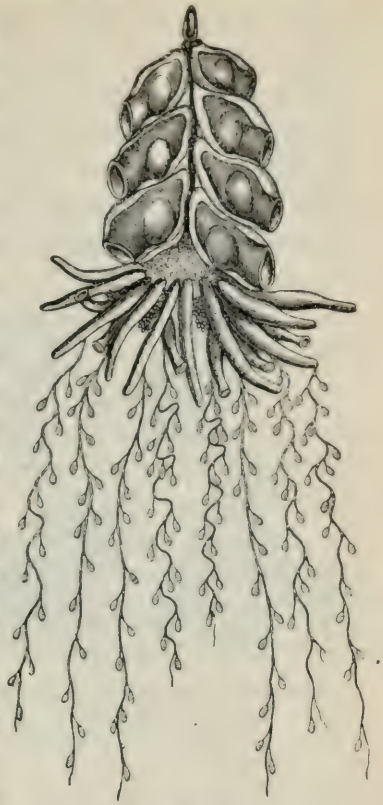


Abb. 33.
Physophora hydrostatica.

X. Abschnitt.

Anpassungserscheinungen bei den Meerestieren.

Wir hatten schon wiederholt Gelegenheit, darauf hinzuweisen, daß die Tiere des Meeres in ihren so vielseitigen Erscheinungsformen eine große Reihe oft sehr auffallender Einrichtungen zeigen, die ihnen den Aufenthalt in den verschiedenen teilweise recht ungünstig erscheinenden Verhältnissen erleichtern oder überhaupt erst möglich machen. Die Flachsee mit ihren so rasch wechselnden Lebensbedingungen, die großen, lichtlosen, unter enormem Druck stehenden und fast unbewegten Tiefen, die eines jeden Ruhepunktes baren Gebiete der pelagischen Fauna mit ihren eigenartigen Verhältnissen zwangen die Bewohner, sich irgendwie anzupassen, Einrichtungen zu treffen, die ihnen das Leben in ihrem beweglichen Element nach Möglichkeit erleichtern konnten. Auf mannigfaltige Art und Weise hat sich die Tierwelt gegen die Brandung an den Küsten zu schützen gewußt. Vielfach sind es feste, durch Kalkeinlagerungen gebildete Panzer,

durch die die Tiere zugleich auch vor feindlichen Angriffen gesichert sind, wie wir das bei zahlreichen höheren Krebstieren, den Stachelhäutern, Muscheln und Schnecken ganz allgemein finden. Wo die Natur diesen Schutz nicht gewährt, haben manche Tiere sich auf eigene Weise zu helfen gewußt. Kleine Krebse (Pontonia, Pinnotheres) verkriechen sich in die Schalen von Muscheln, besonders der Steckmuschel (Pinna) und suchen dort Schutz. Das bekannteste Beispiel für das Schutzbedürfnis bietet aber der Einsiedlerkrebs (Pagurus bernhardus, Abb. 34), der seinen weichen Hinterleib mit den zu Haftorganen umgewandelten Fußstummeln in der leeren Schale des Wellhorns (Buccinum) birgt, aus welcher der gepanzerte Vorderkörper mit den gierig nach Beute ausschauenden Augen hervorragt. Man kennt von diesen Eremiten mehr als hundert Arten, von denen etwa ein Viertel den europäischen Meeren angehören, und die die Schalen verschiedener Schnecken als Wohnung benutzen. So fand die Valdivia-Expedition einige Arten, die in den zahnartigen Schalen von Dentalium wohnen. Interessant sind uns ferner diese Einsiedlerkrebse, weil gewisse Arten von ihnen sich durch ein auffallendes Freundschaftsverhältnis zu ganz anders gearteten Wesen, den Seerosen, auszeichnen, die sich auf die Schneckenschale festsetzen und das Gewicht des mitgeschleppten Wohnhauses sicher beträchtlich vermehren, dafür aber mit ihren giftigen Nesselkapseln ihren Träger vor Angriffen schützen. Selbst Einsiedlerkrebse aus 5400 m Tiefe (Pagurus abyssorum) pflegen dieses Freundschaftsverhältnis. Die Tiere scheinen sich ohne ihre Freundin nicht recht wohl zu fühlen, ja, manche von ihnen wohnen in ausgewachsenem Zustande geradezu in einer Kolonie solcher Tiere, wohlgeschützt durch deren Nesselkapseln, und es ist beobachtet worden, daß sie möglichst schnell für Ersatz sorgen, sobald ihnen auf irgendeine Weise ihr Begleiter abhanden gekommen ist. Im Anschluß daran mag eine kleine Krabbe (Melia tesselata) erwähnt werden, die eine Seeanemone beständig in ihren beiden Scheren trägt.

Abb. 34. Einsiedlerkrebs (Pagurus) in der Schale eines Wellhorns (Buccinum) mit zwei Aktinien (Sagartia).

Als eine Schutzvorrichtung und im weiteren Sinne als eine Anpassung an das Leben in der beweglichen Küstensee mag auch die Fähigkeit gelten, etwa durch den Wellenschlag oder im Kampf ums Dasein

verloren gegangene Teile des Körpers wieder zu ersetzen, zu regenerieren. Von den die Scheren abwerfenden Krabben haben wir vorhin bereits gesprochen, ganz Ähnliches ist von zahlreichen anderen Krebstieren bekannt (Alpheus, Dorippe u. a.). Diese Regenerationsfähigkeit besitzen besonders die Stachelhäuter in hohem Grade; der Schlangenstern Ophioderma longicauda wirft bei Angriffen oft sämtliche Arme ab, und von manchen Seesternen (z. B. Asteracanthion tenuispinum) findet man so selten vollkommme, mit lauter normalen Armen versehene Tiere, daß man eher von einer absichtlichen Abwerfung zum Zwecke einer ungeschlechtlichen Vermehrung sprechen möchte als lediglich von einem Ersatz verloren gegangener Körperteile. Bei manchen Asteroiden (Ophiactis, Linckia) findet in der Tat eine auf diesem Wege vor sich gehende ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung statt. Ein höchst eigentümliches Schreck- und Schutzmittel besitzen manche Seewalzen (Holothuria), die, sobald sie sich verfolgt glauben, ihren Gegnern ihre sämtlichen Eingeweide ausspeien und vor die Füße legen, und von der Seelilie Antedon rosacea hat Riggenbach beobachtet, daß sie ruhig weiterlebt, selbst wenn sie ihres ganzen Kelchinhaltes beraubt wurde. Für alle diese Tiere ist die Fähigkeit, durch Selbstverstümmlung und Regeneration der im Kampf ums Dasein gefährdeten oder verloren gegangenen Körperteile weiterzuleben, jedenfalls von der größten Bedeutung. — Die im Bereich der Grenzen zwischen Ebbe und Flut wohnenden Tiere haben Einrichtungen, die sie vor dem Austrocknen bewahren; die Muscheln und andere Schalentiere klappen ihre Wohnung fest zu; manche andere schützen sich durch Bildung von Deckeln, durch die Möglichkeit sich einzustülpen, während die Kugelassel (Sphaeroma) ihren Körper wie ein Igel einzurollen vermag. Viele Bewohner der Küsten haben die Fähigkeit sich festzuheften. Bei den Schnecken geschieht diese Befestigung mittels des als Saugnapf dienenden Fußes, bei den Seeanemonen (Abb. 34) durch die fleischige untere Haftscheibe, und die Austern scheiden durch ihre poröse Kalkschale hindurch einen Klebstoff aus, mit dem sie sich an die Unterlage anleimen und so zu Tausenden neben- und aufeinander angeheftet sind. Andere Muscheln entbehren solcher Haftmittel; dafür haben viele aber besonders in der Jugend eine andere Einrichtung, sie können sich durch feine Spinnfäden fest vor Anker legen. Diese werden durch die im Fuße liegende Byssusdrüse geliefert, aus der ein im Wasser erhärtendes Sekret heraustritt. Das bekannteste Beispiel ist hierfür unsere eßbare Miesmuschel (Mytilus edulis), von der man manchmal kopfgroße Klumpen von Steinen oder Holzpfählen ablösen kann. Wo solche natürliche Befestigungsmittel im Kampf gegen

Strömung und Wellenschlag fehlen, vergraben sich die Tiere in den Schlamm und Sand; das gilt ebenso für viele Muscheln, die nur ihre langen Atem- und Auswurfröhren herausstrecken, wie für viele schnellfüßige Krabben und manche Fische. Wo felsiges Gestein ansteht, wo der Boden mit dem Gerölle der Brandungswelle bedeckt ist, wird dieses angebohrt. Derartige bohrende Tiere sind aus zahlreichen Ordnungen des Tierreiches bekannt, ohne daß man immer wüßte, auf welche Weise sie die Löcher herstellen. Ein kleiner Schwamm (Vioa) gräbt sich in den Kalk der Korallen und Muscheln ein, gewisse Seeigel (Strongylocentrotus) bohren durch fortwährendes Umdrehen ihres stachelbewehrten Leibes tiefe Löcher in die Felsen, unter den Krebstieren ist eine Asselart (Limnoria) zu erwähnen, unter den Mollusken sind es die ihre Schale als Feile benutzenden Pholas-Arten, die Meerdattel (Lithodomus) und der Schiffsbohrwurm (Teredo navalis), der Feind der Schiffe und Hafenbauten. Von diesen in selbstgewählten Gefängnissen lebenden Tieren bis zu den dauernd oder doch während des größten Teils ihres Lebens festsitzenden ist nur ein Schritt. Dabei fällt uns auf, daß bei letzteren die Bewegungsorgane zurückgebildet werden; an ihre Stelle treten lange, oft kreisförmig gestellte Fangarme (Bryozoen, Serpula, Lepas Abb. 35, Balanus) zur Aufnahme der Nahrung und Erneuerung des Atemwassers, oder Wimperbewegung (Schwämme). Ganz allgemein findet man aber bei den festsitzenden Tieren, daß ihre Larven für kürzere oder längere Zeit frei im Wasser sich umhertummeln und erst später die Lebensweise ihrer Eltern annehmen, und wir haben schon früher Gelegenheit gehabt, auf die Wichtigkeit dieser Einrichtung hinzuweisen. Im engen Zusammenhang mit der festsitzenden Lebensweise steht die Stock- oder Koloniebildung, die bei zahlreichen niederen Tieren (Korallen, Moostieren, Aszidien u. a.) finden; so wird dem ganzen, aus zahlreichen zarten Geschöpfen aufgebauten Stamme erst der feste Halt, den das Einzeltier allein sich nicht würde verschaffen können, zuteil.

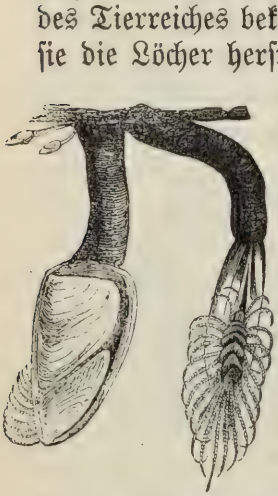


Abb. 35. Entenmuschel (Lepas anatifera).

Auch die Anpassung in der Farbe spielt bei der Küstenfauna eine Rolle; die zahlreichen dichten Wälder der Laminarien und Fucoiden, die verschiedene Färbung des Strandes oder der Korallenbänke lassen die Vorteile einer Schutzfarbe leicht einsehen. Ganz allgemein sind bekanntlich die Fische auf der Unterseite hell glänzend, auf dem Rücken dagegen dunkel gefärbt; so sind sie vor Entdeckung durch einen über

oder unter ihnen befindlichen Feind nach Möglichkeit geschützt. Tiefseefische zeigen diese Unterschiede meist nicht. Besonders auffallend ist die Fähigkeit, sich der Farbe ihrer Umgebung anzupassen, bei manchen Plattfischen, so bei unseren Schollen (Pleuronectae), die ihre komisch verdrehten Augen gierig aus dem Sande herausheben, in dem ihr übriger Körper zum Teil vergraben ist. Die Augenseite ist dunkel gefärbt, die andere heller; die erstere vermag sich der jeweiligen Farbe des Untergrundes so sehr anzupassen, daß es oft schwerhält, die Tiere zu erkennen. Ähnliches gilt von unserem Dorsch oder Kabeljau (Gadus morrhua); die graue und rote Varietät scheint als solche gar nicht zu existieren, sondern die verschiedene Färbung ist nur eine Folge der Umgebung, wie Hjorth, der Leiter der norwegischen Fischereiexpedition, experimentell nachweisen konnte. Erst bei näherem Zusehen entdeckt man ferner die durch die eigentümliche Brutpflege der Männchen bekannten Seepferdchen (Hippocampus), die zwischen den Tangbüscheln mit Hilfe ihres Wickelschwanzes klettern, die schlanken See- und Schlangennadeln, von denen ein australischer Vetter, der Algenfisch (Phyllopteryx eques) durch Bildung von dornigen und lappigen Anhängen und durch seine Färbung den Seepflanzen seiner Umgebung zum Täuschen gleicht. Besonders auffällig ist das auch bei dem bereits früher erwähnten Antennarius, der zwischen den Sargassobündeln mit Hilfe seiner fingerartigen Fortsätze klettert, beim Seeteufel (Lophius piscatorius) mit seinem Riesenmaul und den algenähnlichen Flossenresten, sowie bei manchen Fischen der Korallensee, während gewisse Seeigel (Toxopneustes, Strongylocentrotus) sich dadurch den Blicken ihrer Gegner zu entziehen versuchen, daß sie mit Hilfe ihrer zahlreichen Saugfüßchen Muschelschalen, Steinchen und dergleichen auf ihren Körper bringen und dort festhalten. Eine derartige Anpassung durch Maskierung ist weit verbreitet bei den Muscheln oder Schnecken, deren Schalen oft mit allerlei tierischen oder pflanzlichen Organismen bedeckt und bewachsen sind und so einen ganz andern Eindruck abgeben als die Exemplare unserer Sammlungen. Was bei diesen Tieren wohl mehr ein Werk des Zufalls ist, ist bei manchen Krabben zum Bedürfnis geworden; so sieht man die Wollkrabbe (Dromia) immer in Gemeinschaft mit dem Korkschwamm (Suberites domuncula), und es ist bei ihnen und bei skandinavischen Dreieckkrabben beobachtet worden, daß die Tiere sich offenbar ohne ihren tierischen und pflanzlichen Schutz ganz unglücklich fühlen und mit Hilfe ihrer scherentragenden Vorderbeine möglichst rasch für eine neue Bedeckung ihres Körpers sorgen, falls man ihnen die alte genommen hat.

Wenden wir uns jetzt den Tieren der Tiefsee zu, so finden wir dort ganz andere Lebensbedingungen, je mehr wir uns den größeren Tiefen nähern. Schon nach kurzer Zeit umgibt uns finstere Nacht, die Temperatur nimmt erst schnell, dann langsam ab, um schließlich überall ziemlich konstant zu bleiben, und an Stelle des bewegten Wassers, das die vielen Anpassungserscheinungen bei den Flachseebewohnern erzeugte, umgibt uns hier starre Ruhe. Sie hat bei den strahlig gebauten Tieren, vor allem bei den Schwämmen, viel vollere, rundlichere Formen erzeugt; an Stelle der den Einzeltieren Schutz und Halt gewährenden Kolonien sehen wir hier öfters Einzelwesen. Die Tiefseebewohner leben wie Bäume in einem geschützten Tal; alle Stürme des Meeres ziehen hoch über ihren Häuptern dahin, und nur langsam wälzen sich die kalten Polarwasser dem Äquator zu. Alle Unterschiede gleichen sich dort bis auf geringe Abweichungen aus; die Verhältnisse der Tiefseeschichten im Atlantischen Weltmeer sind fast dieselben wie im Großen Ozean und in anderen offenen Meeren, und wenn wir dazu bedenken, daß im Meere wirklich unüberschreitbare Grenzen wohl nicht vorhanden sind, so ist es nicht zu verwundern, daß die Mehrzahl aller Tiefseetiere Kosmopoliten sind, daß die Tiefseefaunen räumlich weit getrennter Gebiete sich in keiner besonderen Eigenschaft voneinander unterscheiden. Das haben die letzten Forschungsreisen wieder bewiesen. Freilich sind uns diese Verhältnisse bei weitem noch nicht vollständig bekannt; aber von vielen Tiefseebewohnern wissen wir, daß sie sich ebenso finden unter den Breiten der tropischen Gebiete wie unter der eisstarrenden Fläche der Polarmeere. Von jeher hatte man als Hauptgrund für die Behauptung, daß die größeren Tiefen des Meeres ohne organisches Leben sein müßten, den kolossalen Druck angeführt, der dort herrscht. Er mag in den größten rund 900 Atmosphären betragen. Aber geradeso, wie sich die Tiere hoher Gebirgsregionen an den verminderten Druck angepaßt haben, befinden sich auch die Tiefseetiere unter diesem so außerordentlich verstärkten Druck ganz wohl, da dem auf sie wirkenden Außendruck ein ebenso großer Innendruck in ihren Geweben gegenübersteht. Außerdem ist es wahrscheinlich, daß viele Tiefseetiere ganz bedeutende vertikale Unterschiede ohne Schaden ertragen können. Gerade die letzten Tiefsee-Expeditionen haben ja, wie wir bereits sahen, den Nachweis gebracht, daß Tiere, die man bislang nur als Oberflächenformen kannte, auch in bedeutenderen Tiefen angetroffen werden, und umgekehrt.

Es scheint, daß es weniger der allerdings gewaltige Druckunterschied ist, der bewirkt, daß die allermeisten vom Netz heraufgeholten Tiefsee-

tiere tot an die Oberfläche kommen, sondern vielmehr die Temperaturveränderung. Jedenfalls ist die Fähigkeit, sich einem geänderten Wasserdruck anzupassen, bei den einzelnen Lebewesen der Tiefsee sehr verschieden stark ausgebildet.

Bei vielen Tiefseefischen, die die Fähigkeit nicht haben, breitere Tiefenzonen zu durchmessen, zeigen die Knochen sich sehr arm an Kalk; sie sind weich und faserig und zerfallen beim Heraufholen. Zugleich zerreißt beim Heraufholen der im Körper gleich gebliebene Druck die Gewebe, die Augen und Eingeweide quellen heraus und die Schuppen lockern sich; die Tiere sterben an der „Trommelsucht", wie die Seeleute sagen, sie gehen an derselben Krankheit zugrunde, die den allzu hoch gestiegenen Luftschiffern so oft das Leben kostet, auch hier verursacht durch den sehr verminderten Druck. Die Hoffnung, daß die Tiefseefischerei fabelhafte Riesen ans Tageslicht bringen würde, ist nicht in Erfüllung gegangen, selbst über die viel befabelte Seeschlange wissen wir heute noch nichts Genaues. Allerdings setzen uns die Größenverhältnisse mancher Tiefseebewohner im Vergleich zu ihren in sonnigeren Gegenden lebenden Verwandten zuweilen in Erstaunen. Die Tubularien, meist kleine, nur wenige Zentimeter hohe Polypen, haben in ca. 5000 m Tiefe einen Vertreter (Monocaulus imperator), der die kolossale Länge von mehr als 2 m hat. Die 23 cm lange Riesenassel (Bathynomus) aus 1700 m Tiefe und die großen Krabbenspinnen (Colossendeis) mit ihren 70 cm klafternden Beinen haben wir bereits erwähnt. Auch unter den höheren Krebsen gibt es solche Riesen; ein solcher ist die Gnathophausia goliath (2270 m) unter den Schizopoden, der seinen Beinamen mit Recht trägt, denn er erreicht die beträchtliche Länge von 25 cm. Als eine Folge der Kalkarmut der Tiefseeschichten sah man lange die Tatsache an, daß die verhältnismäßig in geringer Anzahl dort anzutreffenden Schalen der Weichtiere immer dünner werden, in je tiefere Schichten wir hinabsteigen. Auch die Kalkskelette der Korallen werden immer feiner, und die Krebse erhalten dort einen dünnen durchsichtigen Panzer. Da tatsächlich, wie wir sahen, diese Kalkarmut in den Tiefen nicht besteht, müssen andere Ursachen zur Erklärung dieser Erscheinung gesucht werden, vielleicht das Fehlen von Feinden oder das Bestreben nach einer größeren Beweglichkeit. Dabei fehlt es anderseits auch wieder nicht an Schutz- und Trutzorganen bei den Tiefseetieren. Geradezu gefährlich muß den Meeresbewohnern die stachelbewehrte Krabbe Lithodes ferox erscheinen. Da ihr mächtige Waffen in Gestalt von Scheren fehlen, hat die Natur diesem Geschöpfe wie unserem Igel ein spitziges Stachelkleid gegeben, und so zieht es,

ein gepanzerter Ritter des Meeres, auf Raub aus. Denn auf dem Meeresgrunde gilt der Kampf ums Dasein wohl mehr als irgendwo anders; alle Tiere sind Fleischfresser, die sich entweder im weichen Schlamm verkriechen und dort auf Raub lauern (Melanocetus), oder wie lebende Tiefseereusen mit weit geöffnetem, zähnestarrendem Maule die dunklen Tiefen durchziehen (Eustomias, Stomias, Malacosteus, Saccopharynx, Abb. 36) und teilweise für diese Räuberfahrten, wie wir sehen werden, noch mit ganz besonderen Mitteln ausgerüstet sind.

Besonders muß uns hier die Frage interessieren: wie stellen sich denn die Meeresbewohner zu den Lichtverhältnissen der Tiefsee? Versuche hatten, wie wir gesehen haben, gezeigt, daß die Lichtstrahlen schon in sehr geringer Tiefe für unsere Augen völlig erlöschen, und daß von geringer Tiefe an für immer schwarze Nacht sein muß. Und doch finden wir in viel bedeutenderen Tiefen noch hoch entwickelte Tiere, ja sogar solche mit außerordentlich großen und abnorm gebauten Stiel- und sog. Teleskopaugen (Fische, Tintenfische und Krebstiere), allerdings auch — wenn auch nur verhältnismäßig wenig — blinde Formen. Diese mächtig entwickelten Sehwerkzeuge der Tiefseetiere, von denen noch später die Rede sein wird und deren Kenntnis letzthin besonders Chun, v. Lendenfeld, Brauer u. a. gefördert haben, weisen, ausgezeichnet durch die Größe der Pupille und der Linse, ja gewissermaßen darauf hin, daß doch noch Lichtstrahlen in diesen Tiefen vorhanden sein müssen, und es ist ja wohl denkbar, daß es Wesen dort gibt, deren Sehorgane noch empfindlicher sind als unsere empfindlichsten photographischen Platten. Aber die dunklen Abgründe haben einen gewissen Ersatz für das ihnen entzogene Sonnenlicht darin, daß ihre Bewohner teilweise ihr eigenes Licht mit sich führen, ein Licht, das zwar nicht allzu hell sein wird, das aber doch imstande sein dürfte, der Umgebung einen grünlich leuchtenden Dämmerungsschein mitzuteilen, besonders da die leuchtenden Tiere oft zu Milliarden vereint sind, wenn sie ihre Lichtstrahlen aussenden. Tiere, die ein derartiges Leuchtvermögen besitzen, sind, wie die Netzzüge der Tiefsee-Expeditionen gezeigt haben, verbreiteter als man früher annehmen konnte; sie kommen überall im Meere vor, nicht nur in den Tropen, sondern auch in den Polarmeeren, an der Oberfläche und ebenso in den größten Tiefen. Es gibt keine der großen Tierklassen, die nicht bei dieser magischen Illumination ihre Vertreter stellte; selbst leuchtende Tintenfische brachten die Netze der „Valdivia" ans Tageslicht. Am bekanntesten ist die schon erwähnte Noctiluca miliaris, die Hohltiere sind mit einigen Polypen, Korallen, Aktinien und Rippenquallen vertreten, die Stachelhäuter u. a. mit der prachtvoll leuchtenden Brisinga, einem

Schlangenstern; seinen Namen verdankt er dem schwedischen Dichter und Naturforscher Asbjörnson, der ihn so nannte nach dem leuchtenden Schmucke der Göttin Freya, den der diebische Loki in den unendlichen Abgründen des Meeres verbarg. Von den Ringelwürmern sind einige Arten der Familien Nereis, Syllis und Polynoë, sowie die Tomopteriden zu erwähnen; eigentümliche augenartige Flecke auf den ruderartigen Flossen dieser Würmer sind als Leuchtorgane erkannt worden. Auch von den Gliedertieren sind leuchtende Krebse bekannt, wie die großäugigen Euphausiden, die am Hinterleibe zwei in tiefem Blau leuchtende Laternen besitzen, und von den Manteltieren gehören die Salpen und Feuerwalzen zu den wohl am meisten lichtspendenden Formen. Ebenso gibt es eine ganze Anzahl Tiefseefische, die eigentümliche Leuchtorgane tragen und uns deshalb besonders interessant sind, weil der Bau dieser seltsamen Werkzeuge uns durch neue Untersuchungen etwas näher bekannt ist. Woher kommt aber dieses Licht? Sein grünlich schimmernder Glanz, den wir ja von unseren Johanniskäferchen kennen, erinnert an das Leuchten des Phosphors, hervorgebracht durch dessen Vereinigung mit dem Sauerstoff der Luft. So nimmt man auch an, daß das Leuchten der Meerestiere durch eine lebhafte Oxydation, durch eine infolge der energischen Lebenstätigkeit hervorgerufene Verbrennung der im Körper der Tiere aufgespeicherten Reservestoffe, wie Fett u. dgl., zustande gebracht wird. Man kann das aus der Tatsache schließen, daß bei einigen leuchtenden Bakterien die Leuchtkraft nachweislich aufhört, sobald man ihrer Umgebung den Sauerstoff entzieht. Von den Fischen kennen wir eine ganze Anzahl leuchtender Arten; so trägt der Malacosteus niger (Abb. 36) zwei Leuchtflecken jederseits am Kopfe; der eine strahlt in goldgelbem, der andere in grünlichem Lichte. Mit diesen Laternen ausgerüstet, erscheint er wie das abenteuerliche Unterseeschiff des phantasiereichen Jules Verne. Ein anderer bemerkenswerter Leuchtfisch ist Stomias boa (Abb. 36), ein Tiefseeräuber von langgestreckter Gestalt; auf der Unterseite von Kopf, Rumpf und Schwanz

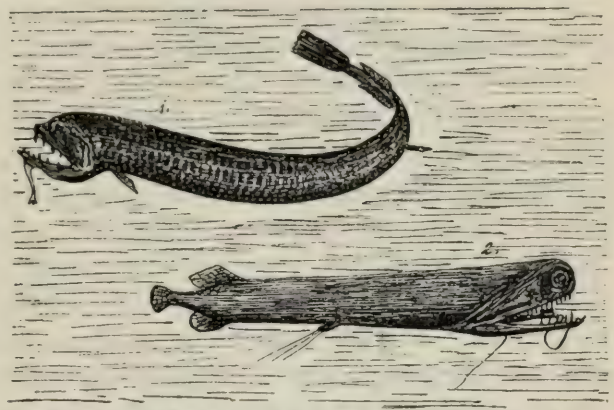


Abb. 36. Leuchtfische aus der Tiefsee. 1. Stomias boa. 2. Malacosteus niger.

befinden sich Reihen von phosphoreszierenden Punkten. Es gibt noch eine ganze Anzahl von Tiefseefischen, die derartige Leuchtorgane tragen; teils sind letztere in der Nähe der sogenannten Seitenlinie der Fische befindlich und deshalb auch mit den in dieser aufgefundenen eigentümlichen Organen in Zusammenhang gebracht worden, teils finden sie sich als perlmutterglänzende, augenähnliche Flecke oder als Tüpfel, Trichter und Höcker an den Seiten, auf und unter dem Kopfe, auf den Kiemendeckeln und am Maule der Fische. Schon v. Lendenfeld, der diese merkwürdigen Organe näher untersucht hat, konnte zwei Hauptarten unterscheiden: drüsenähnliche, von unregelmäßiger Form und rundliche, mehr augenähnliche. Beide können an demselben Tiere auftreten. Nach den eingehenden Untersuchungen zweier italienischer Zoologen, Chiarini und Gotti, werden die drüsenartigen Leuchtwerkzeuge zuweilen von flaschenförmigen Organen gebildet, deren Hals an der Oberfläche mündet; sie kommen bei den Sternoptyxarten und bei den Skopeliden vor. Ähnliche Leuchtorgane sind auch beim Stachelhai gefunden worden; sie befinden sich dort auf der Rücken- und Bauchseite des Tieres, und es ist festgestellt worden, daß sie in einem dunklen Raum drei bis vier Meter weit sichtbar waren. Einfacher gebaut sind die leuchtenden Perlen an der Seite, die Flecken am Schwanze und die größeren Laternen am Kopfe; es sind napfförmige Organe, die mit einem durch eine linsenartige Schuppe gebildeten Deckel versehen sind. Ihr innerer Bau, auf den wir hier nicht näher eingehen wollen, zeigt eine so große Ähnlichkeit mit dem Bau der elektrischen Organe des Zitteraals und anderer elektrischer Fische, daß die beiden Forscher annehmen, daß wir es hier mit ganz ähnlichen Bildungen zu tun haben. Marshall macht darauf aufmerksam, daß die Fähigkeit, elektrische Ströme zu erzeugen, bei den Fischen sich öfter finden dürfte als bis jetzt bekannt wäre. Wir dürfen vielleicht annehmen, daß sich bei den mit solchen Organen ausgestatteten Fischen die durch einen lebhaften Stoffwechsel erzeugte elektrische Energie in Licht umsetzt, und daß dem Entstehen des Stromes eine Oxydation, eine langsame Verbrennung von Stoffwechselprodukten zugrunde liegt; bekanntlich führt man ja auch die elektrische Kraft des Zitteraals auf einen mit dem Stoffwechsel verbundenen Oxydationsprozeß zurück. Auch bei den ein Sekret absondernden drüsenförmigen Leuchtorganen wird vielleicht das Leuchten auf derselben Ursache beruhen. Bei dem Kugelfisch (Porichthys notatus) bestehen nach Greene die Leuchtorgane aus einem linsenähnlichen Gebilde, einer darunter liegenden, lichterzeugenden Drüsenmasse und einem als Reflektor dienenden Zellenkomplex. Denselben Grundbau zeigen auch die Leuchtorgane der

Tintenfische, die die „Valdivia" ans Tageslicht brachte und bei denen Brauer vier Grundtypen unterscheiden konnte, deren Beschreibung uns zu lange aufhalten würde; sie befinden sich an Fang- und Fühlfäden, an Flossenstrahlen und oft in großer Menge am ganzen Körper. Im einzelnen ist der Bau dieser Organe natürlich großen Abweichungen unterworfen; ja, bei manchen Tiefseetintenfischen finden sich an demselben Tier solche von verschiedener Gestalt. Das veranlaßt Chun dazu, die Meinung auszusprechen, daß möglicherweise auch ein verschiedenes Licht von den verschieden gebauten Organen ausgehe.

Wie verhalten sich nun die nicht mit solchen Lichtquellen ausgerüsteten Tiefseetiere zu dieser künstlichen Beleuchtung? Fliehen sie dieses Licht oder zieht es sie an? Und welchen Nutzen gewährt dieses Leuchtvermögen seinen Besitzern? Den räuberischen Tiefseefischen dient es offenbar als Lockmittel für ihre Beute. Viele Meerestiere werden durch das Licht angezogen, wie die Mücken und Motten in der Sommernacht von der brennenden Lampe. Sie werden gewissermaßen von dem blendenden Lichtschein hypnotisiert und rennen in ihr Verderben. An der englischen Küste hat man den Versuch gemacht, die Fische mit Hilfe von Scheinwerfern in das Netz zu locken, ein Versuch, der zwar glänzend gelungen ist, aber bald den Fischreichtum unserer Meere zerstören würde; und die elektrisch beleuchtete Tiefseereuse des Fürsten von Monaco beruht ebenfalls auf der Anziehungskraft, die das Licht auf die Meerestiere ausübt. Den Tiefseefischen dienen ihre Laternen also vielleicht als Mittel zur Füllung ihres unersättlichen Magens, und bei manchen anderen, wie bei den Korallen, dient das Licht wohl demselben Zweck. Merkwürdig ist, daß ein vollkommen blinder Tiefseefisch (Inops) auch Leuchtorgane führt; es scheint das auch darauf hinzudeuten, daß diese den Besitzern weniger zum Erkennen der Umgebung dienen als zu dem eben angedeuteten Zweck. Manche Leuchtfische verlassen sich so sehr auf ihre Laternen als Fangmittel, daß sie sich im Schlamm vergraben und allerlei leuchtende Anhängsel und Fäden herausstrecken und hin und her bewegen Aber wie ist's mit den Tieren, die offenbar nicht auf das Anlocken von Beutetieren angewiesen sind, wie z. B. die oben erwähnte Brisinga, die mit ihrer Mundöffnung im Schlamme wühlt? Man könnte annehmen, daß bei ihnen die Leuchtorgane als Schreckmittel dienen und nachstellende Feinde in die Flucht schlagen sollen. Es ist auch wahrscheinlich, daß viele dieser Leuchttiere imstande sind, je nach Belieben ihr Licht leuchten zu lassen oder nicht; zumal bei den höher organisierten ist ein Zusammenhang der Leuchtorgane mit dem Nervensystem sicher nachgewiesen. Bei dem oben erwähnten Kugelfisch scheinen es rein äußere Reize zu sein, die das

Leuchten hervorbringen, wie experimentell nachgewiesen werden konnte. Bei wieder anderen ist es möglich, daß die Lichterscheinung nur dann auftritt, wenn der Fortpflanzungstrieb sich regt, und daß sie daher zur Anlockung der Geschlechter dient. Es ist auch möglich, daß, wie Brauer meint, die über den ganzen Körper verteilten und in verschiedenem Lichte erglänzenden Leuchtorgane dort in der Tiefe das Farbenkleid der am Lichte lebenden Tiere ersetzen sollen. Wir sehen, daß hier der biologischen und physiologischen Forschung noch ein weites Arbeitsfeld offen steht.

Im Anschluß an die Leuchtorgane wollen wir hier kurz der Augen der Meeresbewohner Erwähnung tun. Wir finden hier höchst überraschende Tatsachen, die zum großen Teile auch noch weiterer Aufklärung harren. Bei den niedrigsten Tieren, den einzelligen Protozoen, fehlen meistens die Augen oder es sind bei ihnen einfache Pigmentflecken vorhanden, mit denen die Tiere möglicherweise einen gewissen Grad von Helligkeit wahrnehmen können. Von den festsitzenden Hohltieren (Polypen, Korallen usw.) sind fast alle blind, was ja auch leicht zu erklären ist; erst bei den im ausgebildeten Zustand freischwimmenden Medusen sind am Schirmrande einfache Augen bekannt. Daß aber die festsitzenden Formen auch auf Lichtreize reagieren, ist genügend nachgewiesen und von Loeb durch Versuche mit Eudendrium festgestellt worden. Je höher wir in der Entwicklungsreihe der Tiere steigen, desto mehr vervollkommnen sich auch die Sehorgane; einige Ringelwürmer (Alciope) zeigen schon sehr gut entwickelte Augen; bei den Weichtieren finden wir bei manchen Muscheln einfach gebaute Sehorgane am Mantelrande, während die am höchsten stehenden Tintenfische schon Augen besitzen, die in ihrem Bau denen der Wirbeltiere ähneln. Am auffallendsten ist aber die Entwicklung dieser Sinnesorgane bei den Krebsen und Fischen der Tiefsee. Bei beiden finden wir abnorm vergrößerte neben verkümmerten Augen und neben vollständiger Blindheit. Von den verschiedenen Arten von Asseln, die die Netze des „Challenger" aus verschiedenen Tiefen heraufholten, waren 34 vollständig blind, vier hatten ganz verkümmerte und 18 gut entwickelte Augen, so z. B. die Riesenasseln (Bathynomus), von denen eine Art bis zu 3000 Punktaugen besitzt. Auch bei einigen Spaltfußkrebsen sind die Sehorgane mehr oder weniger verkümmert (Bentheuphasia, Eucope, Amblyops u. a.). Sogar bei den am höchsten stehenden Krebsen, den Zehnfüßern, kommen blinde Arten vor; bei Polycheles und Pentacheles fehlt jede Spur eines Auges, bei Astacus zaleuca und bei Nephropsis, zwei unserem Flußkrebs verwandten Formen, sind die Augen stark zurückgebildet. Auch die Sehorgane der Tiefsee-Galatheen

sind fast immer pigmentlos und daher unbrauchbar, und Marshall teilt mit, daß manchmal der Augenstiel zu einem Dorn verwandelt ist, auf dessen Spitze sich noch die Hornhaut erkennen läßt. Das ist insofern sehr interessant, als Herbst durch Versuche an Garneelen bewiesen hat, wie leicht die Augen der Krebstiere verschwinden und anderen Bildungen Platz machen. Er hat den Tieren eines ihrer gestielten Augen fortgenommen, und, siehe da, an Stelle der amputierten Sehwerkzeuge entstand eine gegliederte Geißel, die mit den gewöhnlichen Antennen eine große Ähnlichkeit hatte Ein anderes Beispiel liefert eine Krabbe (Ethusa granulata); diejenigen Tiere, die im flachen Wasser leben, haben noch gut entwickelte Augen, aber je tiefer die Tiere ins Meer hinabgestiegen sind, desto mehr verkümmerten ihre Sehorgane, und bei den in 900 bis 1260 m Tiefe lebenden sind die Augenstiele zu einem Stirnstachel verschmolzen. Interessant ist auch die von Chun beobachtete Tatsache, daß bei Spaltfüßern die mehr nach der Tiefe zu wohnenden Arten das Bestreben zeigen, ihr Auge in zwei Abschnitte zu trennen, in einen Stirnteil und einen seitlichen Teil. Ebenso auffallend sind die Verhältnisse bei den Tiefseefischen. Auch bei ihnen finden wir Arten mit sehr großen und gut entwickelten Augen neben solchen mit verkümmerten Sehwerkzeugen (Inops, Typhlonus). Ein ebenfalls blinder Fisch (Amphionus mollis) ist nach Agassiz einem augenlosen Schlangenfisch aus den Höhlen Kubas (Lucifuga) nahe verwandt.

Wie sind nun diese auffallenden Unterschiede in der Ausbildung der Augen bei Tieren, die oft einander nahe verwandt sind und oft auch in annähernd gleichen Tiefen gefunden wurden, zu erklären? Von den abnorm entwickelten und auf langen Stielen sitzenden Teleskopaugen mancher Tiefseefische, bei denen die Pupillenöffnungen sehr groß und fast ganz von der Linse ausgefüllt sind, haben wir bereits kurz gesprochen. Daß die Sehwerkzeuge dieser Tiere sich vergrößern und vervollkommnen, damit in den Meeresgründen von der geringen dort vorhandenen Lichtmenge möglichst viel aufgenommen werden könne, vermögen wir ebenfalls zu verstehen; auch umgekehrt wissen wir, daß Tiere, die in dunklen Höhlen leben, allmählich ihre Augen zurückbilden, da sie ihrer zum Sehen nicht mehr bedürfen. Man sollte also annehmen, daß wir bei den Meerestieren, je tiefer wir die Netze versenken, entweder eine Vervollkommnung oder eine zunehmende Zurückbildung der Augen finden müßten. Das ist aber durchaus nicht der Fall, wie wir sahen. Zweifellos hat das abnehmende Licht auf diese Organe in der eben beschriebenen Weise eingewirkt; schon die Vorfahren in der Entwicklung haben sich eben den veränderten Lichtverhältnissen im Laufe der Jahrtausende nach Möglichkeit

angepaßt. Die Unterschiede in der Richtung der Anpassung erklären sich vielleicht zum Teil daraus, daß dem einen Wesen die Augen unumgänglich nötig waren zur Erlegung seiner flüchtigen Beutetiere, während dem anderen Tiere andere Jagdmittel zu Gebote standen in Gestalt von Fangfäden, mächtigen Scheren usw. Aber das erklärt immer noch nicht das gleichzeitige Vorkommen nahe verwandter blinder und gut sehender Formen, denn die Verhältnisse der Tiefsee, in der sie heute leben, sind für beide ja ganz gleich. Nun können wir mit Bestimmtheit annehmen, daß die vielen Arten der Tiefseetiere nicht in den dunklen Tiefen ihre Heimat haben, sondern daß sie aus sonnigeren, lichtfreudigeren Gegenden stammen und sich entweder von den Küsten her oder aus den Oberflächenschichten in die dunkle Tiefe begeben haben. Über die Wanderungen der Seetiere wußten wir bis vor wenigen Jahren herzlich wenig; erst in den letzten Jahren hat man durch Markierung die Wanderungen der Fische, z. B. der Flundern, zu verfolgen gesucht; an der englischen Küste hat man gleiche Versuche mit Krabben gemacht. Die Wanderungen gehen sowohl in horizontaler und auch in vertikaler Richtung vor sich; die Einwanderung der Tierwelt in die Tiefen hat aber natürlich nicht für alle Tiere gleichzeitig begonnen und geendet, sondern sie ist ganz allmählich von jeder Form für sich im Laufe der Jahrtausende unternommen worden und dauert noch heute fort. So scheint es uns eher erklärlich, daß sich solche Unterschiede zeigen; je mehr die Sehwerkzeuge der Tiefseetiere vom normalen Bau abweichen, desto ferner liegt die Zeit, wo sie die Wanderung in die Tiefe antraten.

Was die Färbung der Tiefseetiere anbelangt, so hängt sie innig mit den Lichtverhältnissen der Tiefenschichten zusammen. In Tiefen von 80—100 m würde für das menschliche Auge jedes Wahrnehmungsvermögen für Lichtstrahlen aufhören. Wenn deshalb auch bei zunehmender Tiefe die Farben der sie bewohnenden Tiere im allgemeinen dunkler werden, so finden sich doch zahlreiche Arten mit tiefroten und gelben Färbungen vor. Eine Erklärung dieser Tatsachen gibt uns wenigstens für die Schichten, in die das Licht noch dringt, die Lehre von den Komplementärfarben. Solche sind grün und rot, orange und blau. In die größren Tiefen gelangen, wie wir sahen, aber nur die grünen und blauen Strahlen, und in ihnen sind die roten und gelben Farben ebenso schwer sichtbar, wie rote und gelbe Gegenstände unter grünem und blauem Glase verschwinden. Die auffallenden Färbungen sind also für die Tiere als Schutzfarben anzusehen. Immerhin herrschen aber in den tiefsten Schichten schwarze, violette und braune Farbentöne vor.

Wie bei vielen blinden Menschen bekanntlich das erloschene Augenlicht

teilweise durch ein sehr fein ausgebildetes Tastgefühl ersetzt wird, so ist das auch bei vielen Tiefseeformen der Fall. So finden wir bei vielen Krebsen außerordentlich lange Fühler und Gliedmaßen auftreten, und wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, daß diese Tiere mit den langen Fortsätzen ihre dunkle Umgebung prüfend untersuchen. Derartige verlängerte Gliedmaßen und dazu noch ein paar Scheren, die mehr als dreimal die Länge des Rumpfes übertreffen, zeigt Pachygaster formosus. Die Krabbenspinnen der Tiefsee bestehen, wie ihr Gattungsname (Pantopoden) sagt, tatsächlich fast nur aus Beinen. Bei Colossendeis arcuata aus 1470 m Tiefe sind die Gangwerkzeuge, auf denen das wunderbare Tier auf dem Meeresgrunde einherstelzt, schon fast dreimal so lang wie der Körper; bei seinen Verwandten von der westamerikanischen Küste aus 900—2700 m Tiefe aber trägt der nur wenige Millimeter lange Rumpf fast 30 cm lange Beine. Da der Magen dieses stockdünnen, wandelnden Gerippes in dem kleinen Rumpf nicht genügend Platz hat, setzen sich seine Fortsätze als Blindärme in jedes der acht Beine fort, so daß das Tier, wie ein Autor sagt, „seinen Magen in den Hosentaschen trägt". Auch manche Tiefseefische besitzen feinempfindliche Tastwerkzeuge in Gestalt von Fühlfäden; bei Eustomias obscurus (Abb. 27) betragen sie ein Drittel der Körperlänge und endigen in quastenförmig angeordneten Fühlwärzchen, bei Stomias boa (Abb. 27) sind sie ähnlich gebaut, nur kleiner, bei Bathypterois longipes dagegen fast von Körperlänge und am Ende gegabelt. Bei dem im Schlamm sich vergrabenden Melanocetus (Abb. 27) scheint der Kopfanhang als Lockmittel für vorüberziehende Beutetiere zu dienen. Derartige lange Körperfortsätze konnten naturgemäß nur solchen Tieren von Nutzen sein, die in einer so ruhigen Umgebung leben, wie sie die Tiefsee bietet; in bewegtem Wasser würden solche Fühlfäden sich bald verwickeln und ihren Besitzern eher Schaden als Vorteil bringen.

Ganz anderer Einrichtungen bedürfen die pelagisch lebenden Tiere des Meeres. Organe, die eine Bewegung in wagerechter Richtung ermöglichen, können ihnen bei der schrankenlosen Ausdehnung ihres Elementes nicht von besonderem Nutzen sein; sie fehlen deshalb sehr oft, oder ihre Muskulatur ist zurückgegangen. Nur bei den nahe der Oberfläche lebenden finden sich bisweilen segelartige Einrichtungen, die eine passive Fortbewegung durch den Wind ermöglichen. Dagegen sind oft Mittel zu einer senkrechten Bewegung, zum Auf- und Niedersteigen, vorhanden, und bei vielen Tieren, die nur nachts an die Oberfläche kommen, sind die Augen verkümmert oder fehlen ganz. Alle Kräfte sind in erster Linie auf den Nahrungserwerb konzentriert, und dieser Zweck wird um

so leichter erreicht werden, je weniger Kraftaufwand der Aufenhalt in dem flüssigen und leicht beweglichen Element erfordert, je besser die Tiere sich dem Schweben im Wasser angepaßt haben. Auf höchst mannigfache Art und Weise haben die Angehörigen der pelagischen Tierwelt dieses Ziel erreicht. Alle derartigen Einrichtungen laufen auf das Be-

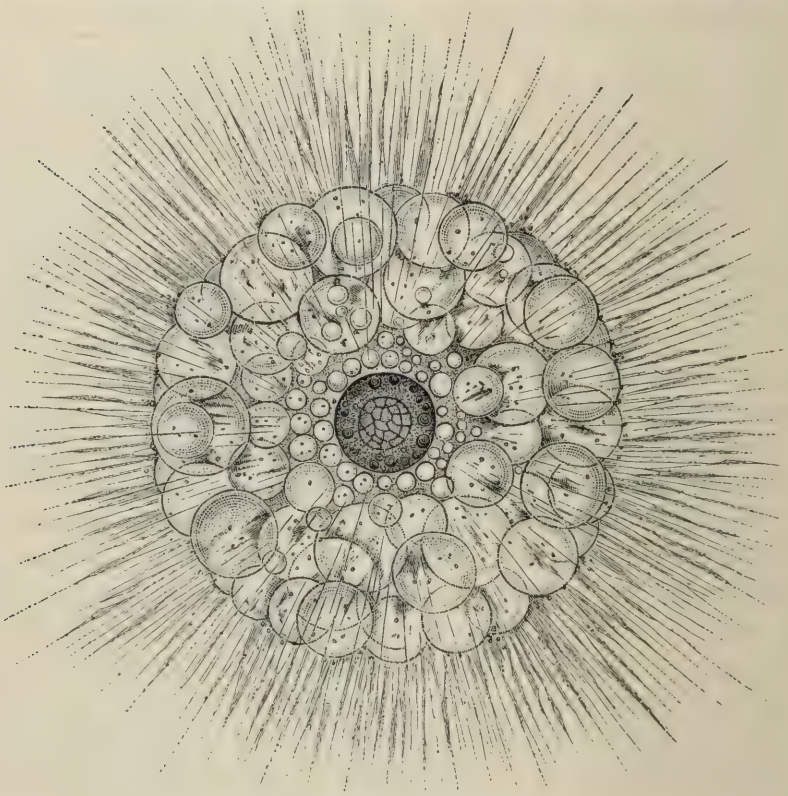


Abb. 37. Thalassicolla pelagica.

streben hinaus zu schweben, das spezifische Gewicht des Körpers möglichst dem des Wassers gleichzumachen. Sehr häufig findet sich die Aufnahme von Wasser; die Tiere werden gewissermaßen „wassersüchtig". So sind z. B. viele Medusen (Abb. 32) von einer so breiartigen Beschaffenheit, daß sie, mit der Hand aus dem Meer gefischt, durch die Finger laufen und, an der Luft getrocknet, nur ein silberglänzendes Häutchen zurücklassen.

Eine derartige gallertartige Körpersubstanz findet man ganz allgemein bei Radiolarien (Abb. 37, 38), Medusen (Abb. 32), Rippenquallen, Flossen- und Kielfüßern und vielen Larven. Dabei wird das ganze Tier oft glasartig durchsichtig; das gilt auch von Krebsen, so von

dem prachtvollen Calocalamus pavo (Abb. 39) einem kleinen Ruderfüßer aus dem Mittelmeer, in dessen glashellem Körper man alle Organe sehen kann, sowie von der Copilia vitrea, deren orangefarbener Darm sich wirkungsvoll von der glasartig durchsichtigen Leibesmasse abhebt.

Die Fähigkeit zu steigen und zu fallen wird bei niederen Tieren durch das Auftreten von Hohlräumen und Luftbläschen erzeugt, wobei man unwillkürlich an die hohlen Knochen und Luftsäcke der Vögel denken muß. Ganz allgemein finden sich solche Alveolen bei den Radiolarien (Abb. 37), die auch deshalb besonders interessant sind, weil sich in ihrem Innern oftmals grünlich-gelbe Algenzellen (Zooxanthellen) finden. Dieses Zusammenleben (Symbiose) zweier so verschiedenartiger Organismen ist beiden Teilen offenbar von Vorteil; der tierische Körper liefert den mineralischen Stoff und vor allem Kohlensäure, während letztere ihrem Wirte organische Substanz und Sauerstoff im Austausch abgeben.

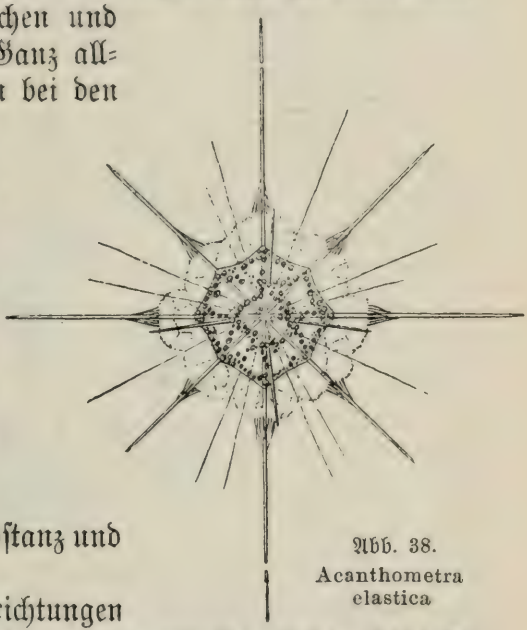
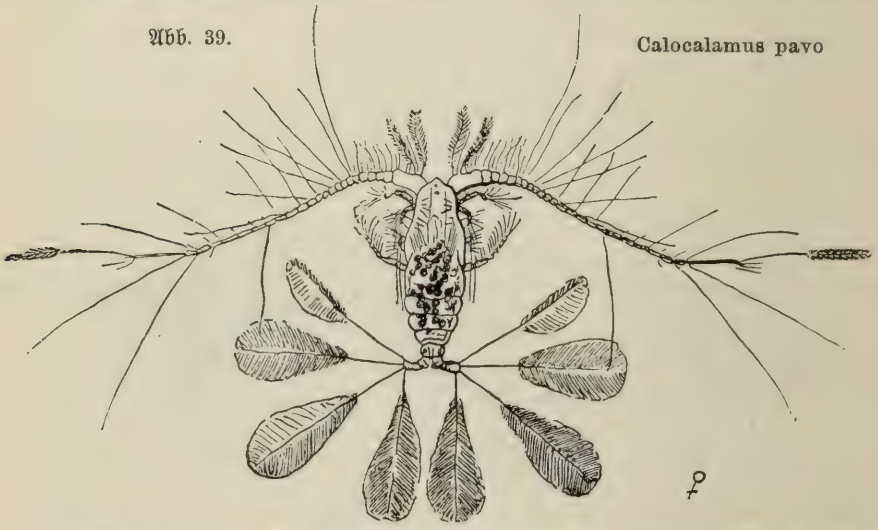


Abb. 38. Acanthometra elastica

Weit verbreitet sind auch Einrichtungen zur Bewegung in senkrechter Richtung. Eigentümlich ist die Fähigkeit mancher Nacktschnecken (Glaucus), den Darm als Schwimmblase zu benutzen; sie schlucken oder stoßen Luft aus, je nachdem sie steigen oder fallen wollen. Allbekannt ist der hydrostatische Apparat, den viele Fische in ihrer Luftblase besitzen. Aber solche Einrichtungen zum Sinken und Steigen finden sich auch bei vielen anderen Tieren, so bei den Kolonien der Röhrenquallen oder Schwimmpolypen (Siphonophoren, Abb. 33), jenen merkwürdigen Schaustücken der Natur, bei denen die Arbeitsteilung innerhalb des ganzen Stockes so weit durchgeführt ist, daß jedes Einzeltier eine ganz bestimmte Aufgabe zu verrichten hat. Bei den baumförmigen Stöcken der Physophoren befindet sich zu oberst ein zu einer Luftblase umgewandelter Polyp; ein Zusammendrücken oder Erweitern des Luftsackes bewirkt ein Fallen oder Steigen der ganzen Kolonie. Dann folgen eine Anzahl Schwimmpolypen, durch deren rhythmische Zusammenziehungen das Wasser herausgestoßen und dadurch eine langsame Ortsveränderung erzielt wird. Damit noch nicht genug; einzelne Polypen

ohne Mundöffnung sind zu bloßen Tastern geworden, von denen lange Fäden mit jenen den Hohltieren eigentümlichen Nesselzellen herabhängen; wieder andere sind zu bloßen Deckstücken verkümmert, unter denen sich zu fruchtbaren Medusen umgewandelte Polypen befinden, und endlich finden wir solche, die eine Mundöffnung besitzen und für die Ernährung des ganzen Stammes sorgen. — Sehr groß, einem Ballon aus feinster Seide vergleichbar, wird der Luftsack bei Physalia caravella u. a.; bei

Abb. 39. Calocalamus pavo



Porpita sitzt die ganze Kolonie mit nach unten gerichteten Polypen auf einer kreisrunden, Lufträume einschließenden Scheibe, bei Velella ist letztere eiförmig und trägt einen aufrechten Kamm, der als Segel benutzt wird. Alle diese und andere Hohltiere (Aglantha, Beroë), ferner Salpen u. a. bilden manchmal große Schwärme, durch die das Schiff tagelang hindurchfährt. Ihr Auftreten scheint aufs engste mit den Windrichtungen und Meeresströmungen zusammenzuhängen, und besonders den rascher fließenden Strömen des Südens. Auch Fett- und Öltröpfchen können, ebenso wie bei den Diatomeen, bei vielen niederen Tieren zur Erleichterung des Schwebens dienen, hauptsächlich zwar bei den einzelligen, aber auch bei Muschel-, Ruder- und Flohkrebsen und vielen Larven. Es ist, wie wir sahen, wahrscheinlich, daß bei manchen Phosphoreszenzerscheinungen der Meerestiere diese Stoffe eine Rolle spielen.

Ganz allgemein verbreitet ist als Schwebemittel die Oberflächenvergrößerung des Körpers, sowohl bei Foraminiferen (Abb. 7) und Radiolarien (Abb. 8, 37, 38), als auch bei manchen Larven der Stachelhäuter, den Flügelschnecken und anderen Tieren, vor allem aber bei

den Krebsen. Die zu papierdünnen Platten umgewandelten Körper der Phyllosomen, der Larven von Panzerkrebsen, die man früher als besondere Arten beschrieb, die blattförmigen Scheiben der Sapphirinen, die wie ein langer Glasfaden im Wasser schwebenden Rhabdosomen gehören ebenso hierhin, wie die früher erwähnte floßbauende Veilchenschnecke (Janthina). Überall zeigt sich das Bestreben, die Oberfläche des Körpers zu vergrößern. Auch bei Tiefseekrebsen tritt das zum Teil hervor, und die riesig langen und dünnen Fühler und Beine des Nematocarcinus gracilipes und seiner Verwandten deuten darauf hin, daß das Tier wohl weniger auf dem Grunde als in den Wasserschichten darüber pelagisch anzutreffen ist. Interessante und reizende Formen sind auch die vor einigen Jahren durch die Untersuchungen Giesebrechts näher bekannt gewordenen Ruderfüßer (Copepoden) aus dem Mittelmeer, bemerkenswert vor allem dadurch, daß einige von ihnen gleich den fliegenden Fischen eine freilich nur sekundenlange Luftreise unternehmen können. Bei der Betrachtung der Tierchen denkt man unwillkürlich an die zahlreichen Schwebe- und Flugeinrichtungen bei den Pflanzensamen. So hat Calocalamus pavo (Abb. 39) Fühler am Kopfe, die doppelt so lang sind wie das ganze Tier und ihm als Gleichgewichtsstangen im Wasser dienen; am Ende des Körpers befinden sich aber fächerförmig, wie ein Pfauenschweif ausgebreitet, acht goldig glänzende Federchen, denen es seinen Beinamen verdankt; sein Vetter (C. plumulosus, Abb. 40) trägt ähnliche Schwebeapparate vorn und am Ende des Körpers, wo letzterer außerdem in einen aus den feinsten Federchen gebildeten Anhang ausläuft, der sechsmal so lang ist wie der Körper. Bei der glashellen Copilia vitrea endigen die vier Beinpaare in feine Federbürstchen, bei der lichtblauen Pontellina plumata erleichtern ange Härchen und zehn Fiederchen am Ende des Körpers das Schweben.

Abb. 40. Calocalamus plumulosus.

Die Farbe der pelagisch lebenden Tiere hängt aufs engste mit den genannten Anpassungserscheinungen zusammen. Bei den weitaus meisten Formen ist die Grundfärbung blau, offenbar eine Schutzfärbung, die besonders die der Oberfläche nahe lebenden Formen (Velella, Physalia, Sapphirina) zeigen; farblos sind auch einige Fische und Fischlarven. Zu letzteren gehört auch der durchsichtige Leptocephalus; Grassi zeigte zuerst, daß dieses Wesen kein ausgebildeter Fisch, sondern die

Larve unseres Flußaales ist, dessen Eier unlängst in Tiefen von mehr als 1800 m schwebend gefunden worden sind. Die Flußaale sind also ursprünglich Tiefseetiere. Tiefer lebende Krebse sind oft hochrot gefärbt. Eine Schnecke (Glaucus) zeigt eine blaue Färbung mit silberweißen Flecken, so daß sie vom Schaum der Wellen kaum zu unterscheiden ist. Zwischen den einzelnen Farben finden sich, oft an demselben Tiere, zahlreiche Übergänge. Besonders zeigen dieses Schauspiel die Juwelen des Meeres, die zarten Quallen. Den Eindruck, den Lesson von der Physalia caravella hatte, beschreibt er mit folgenden Worten: „Die Blase und ihre Krause, mit Luft gefüllt, erscheinen im perlmutterartig glänzenden Silber, dem sich harmonisch die Farbentöne Blau, Violett und Purpur anschmiegen. Ein lebhaftes Karminrot färbt die Aufbauschungen des Randes der Krause und das zarteste Ultramarin spielt auf den einzelnen Fühlfäden."

Schluß.

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf den zurückgelegten Weg. Kaum sechs Jahrzehnte liegen zwischen heute und den Zeiten, als die Wissenschaft zum ersten Male mit Ernst daranging, die unbekannten Tiefen der Ozeane in den Kreis ihrer Untersuchungen zu ziehen. In Anbetracht dieser kurzen Spanne Zeit darf sie mit berechtigtem Stolz auf das Errungene zurücksehen. Wie vieles ist seit jenem Tage, da das erste Wort, geleitet vom Telegraphenkabel, blitzschnell die Tiefen des Atlantik durcheilte, erreicht worden; wie vieles aber bleibt noch zu tun übrig! Trotz der Tausende von Lotungen und Netzzügen, die in den letzten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts der Erfindungen ausgeführt wurden, ist unser heutiges Wissen in vieler Beziehung noch äußerst lückenhaft. Noch recht weit sind wir von einer vollständigen Erkenntnis der Natur der verschiedenen Strömungen im Meere entfernt, besonders der kalten Bodenströme, von ihren Wechselbeziehungen zueinander, ihrer senkrechten und horizontalen Ausbreitung; das Relief des Meeresbodens unter dem Großen Ozean ist uns noch fast ganz unbekannt, und in Beziehung auf die Sinkstoffe der Tiefsee können wir uns nur von denen der oberflächlichen Schichten des Bodens ein auch noch recht unvollständiges Bild machen. Ebenso unvollkommen ist unsere Kenntnis von den mannigfaltigen und ineinander greifenden Gesetzen, nach denen die Erscheinung der Gezeiten verläuft, sowie von den Hebungen und Senkungen des Meeresspiegels und vielen anderen wichtigen Punkten. Was die Organismen der Ozeane anbelangt, so harren eine ganze Reihe schwerwiegender biologischer Probleme heute noch der Lösung. Lautete früher die Frage: wo in der Tiefe liegt die Grenze organischen Lebens?

so heißt sie heute: gibt es überhaupt eine solche Grenze im Meer? Noch wissen wir wenig Sicheres über Wanderungen der Organismen in vertikaler und horizontaler Richtung, über die Verwandtschaftsbeziehungen und Übergänge zwischen den einzelnen Tierformen, über die Richtigkeit der Chunschen Theorie, daß noch heute ein Austausch arktischer Oberflächenformen mit antarktischen Tiefseebewohnern stattfindet, und zahlreiche andere Punkte. An diese Frage reihen sich viele, viele andere, die wir bei unseren Betrachtungen des Raumes halber kaum berühren durften.

Wir dürfen nicht vergessen, daß nicht allein wissenschaftliche Neugierde durch die Meeresforschung ihre gewiß berechtigte Befriedigung sucht, sondern daß durch sie auch eine ganze Reihe eminent wichtiger praktischer Gesichtspunkte eine früher ungeahnte Förderung erhalten hat. In erster Linie hat natürlich die Seeschiffahrt aus diesen Arbeiten ihren Nutzen gezogen, und unsere großen Schnelldampfer durcheilen heute die weiten Wasserwüsten mit einer Sicherheit und Pünktlichkeit, die ans Wunderbare grenzt. Weiterhin ist die Seefischerei zu nennen, die erst nach einem genauen Studium der großen Wanderzüge der Fische und ihrer Lebensgewohnheiten ihre heutige Höhe gewinnen konnte und noch längst nicht den höchsten Punkt ihrer Entwicklung erreicht hat; erst wenn wir eine eingehende Kenntnis von den Lebensgewohnheiten der Fische, ihrer Nahrung, ihrer Laichzeit, ihrer Wanderungen und anderer wichtiger biologischer, heute noch ruhender Fragen erlangt haben werden, wird es möglich sein, eine systematische Ausbeutung der reichen Meeresgründe ins Werk zu setzen und der Raubfischerei, die heute schon zu mancher ernsten Besorgnis Anlaß gibt, ein Ende zu machen. Aber wir alle stehen auch auf dem Festlande im Banne des Meeres; beruht doch die wichtige Vorhersage des Wetters meist auf Vorgängen, die sich fern von uns draußen auf den weiten Flächen des Meeres abspielen, und steht doch unser ganzes Klima im engsten Zusammenhang mit dem wärmenden Mantel, den der Golfstrom um ganz West- und Nordeuropa schlägt. Erst jetzt geht man daran, die gewaltige Kraft des Meeres, die in der Erscheinung der Gezeiten liegt, auszunutzen, und in seinem Schoße ruhen unendliche mineralische Schätze, an deren Hebung der Mensch eben erst überhaupt zu denken beginnt.

Die verschiedensten Zweige der Naturwissenschaften reichen sich bei der Erforschung der Meere die Hände; jeder kleine Erfolg bedeutet eine Stufe weiter auf der langen Leiter der Naturerkenntnis, jeder schneidet zugleich neue Fragen an. Möge unser deutsches Volk auch n Zukunft sein redlich Scherflein zu dieser gemeinsamen Arbeit der Völker beitragen.

Druck von B. G. Teubner in Leipzig.

Aus Natur und Geisteswelt

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinw. gebunden M. 1.25

Allgemeine Geologie. Von Prof. Dr. Fritz Frech. In 6 Bänden. 2. Aufl. Mit zahlreichen Abb. Bd. 207—211, 61.

Band I: Vulkane einst und jetzt. Mit 1 Titelbild und 80 Abb. Bd. 207.
Band II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 1 Titelbild und 57 Abb. Bd. 208.
Band III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Eine Einleitung in die physikalische Geologie. Mit 51 Abb. Bd. 209.
Band IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Textabb. Bd. 210.
Band V: Steinkohle, Wüsten und Klima der Vorzeit. Mit 1 Titelbild und 65 Abbildungen. Bd. 211.
Band VI: Gletscher einst und jetzt. Mit 1 Titelbild und 65 Abb. im Text und auf 2 Tafeln. Bd. 61.

„.... Daß das Werk in kurzer Zeit eine 2. Auflage erlebt hat, beweist die Vortrefflichkeit der Darstellung des Verfassers. Stets geht er vom Tatsächlichen aus und zeigt das, was ist und geschieht an typischen Beispielen, die den Leser in den Stand setzen, das Gegebene hier und da durch eigene Untersuchung und Beobachtung nachzuprüfen. Nachdem das Anschaubare, das Konkrete nach allen Erscheinungsformen hin erörtert worden ist, folgt die Abstraktion, in der der Verfasser den Leser die Gesetzmäßigkeit des Naturgeschehens nach Ursache und Wirkung finden läßt. Wer die 6 mit vielen und guten Originalabbildungen versehenen Bändchen eingehend studiert hat, besitzt ein tüchtiges Stück geologischen Wissens und kann, wo immer es auch sei, dem Werden und Vergehen im Reiche der unorganischen Welt verständnisvoll nachspüren." **(Natur und Unterricht.)**

Das Ostseegebiet. Von Dr. Gustav Braun, Abteilungsvorstand am Institut für Meereskunde in Berlin. Mit 21 Abb. und 1 Karte. Bd. 367.

Betrachtet vom modernen geographischen Standpunkt das vielbereiste Ostseegebiet als landschaftliche Einheit, in seiner Entwicklung und in seinen Eigentümlichkeiten, indem es seine Bildungsgeschichte seit der Urzeit bis zu den neuesten Veränderungen und deren Beziehungen zur Vorgeschichte des Menschen darstellt und daraus seine heutige Gestaltung verständlich macht, das Klima aus seinen natürlichen Bedingungen begreifen läßt, das Ostseegebiet als Wohn-, Produktions- und Verkehrsgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Haupthäfen würdigt und mit einem Überblick über die geographische Eigenart der Landschaft des Ostseegebietes schließt.

Das Wasser. Von Privatdoz. Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. Bd. 291.

Außer der Geschichte und der engeren Chemie des Wassers, seiner Analyse und Synthese und dem Wasser als Lösungsmittel wird der Kreislauf des Wassers geschildert und seine geologischen Wirkungen. Der zweite Hauptteil enthält die Reinigung des Wassers zu gewerblichen und häuslichen Zwecken und die Untersuchung des Trinkwassers. Mineralwasser, Thermalwasser sowie Solquellen und die Erscheinungen der Diffusion bilden den Schluß. Eine Reihe von Abbildungen und Tabellen ergänzen den Text.

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. Walther May. Mit 45 Abb. Bd. 231.

Schildert die gesteinbildenden Tiere nach Bau, Lebensweise und Vorkommen, besonders ausführlich die für den Erdbau so wichtigen Korallentiere, und führt in das von Zoologen und Geologen vielbehandelte Problem der Entstehung der durch sie aufgebauten Riffe und Inseln ein.

Ebbe und Flut sowie verwandte Erscheinungen im Sonnensystem. Von G. H. Darwin-Cambridge. Deutsch von A. Pockels. 2. Aufl. 52 Illustrationen. Geb. M. 8.—

Nach einer Uebersicht über die Erscheinungen der Ebbe und Flut, der Seeschwankungen, der besonderen Flutphänomene sowie der Beobachtungsmethoden werden in sehr anschaulicher, durch Figuren erläuterter Weise die fluterzeugenden Kräfte, die Theorien der Gezeiten sowie die Herstellung von Gezeitentafeln erklärt.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Das Mittelmeergebiet, seine geographische und kulturelle Eigenart. Von Dr. **A. Philippson,** Professor an der Universität Halle a. S. 3., verbesserte Anflage. Mit 9 Figuren, 13 Ansichten und 10 Karten auf 15 Tafeln. gr. 8. 1914. In Leinwand geb. M. 7.—

„...Es ist in jeder Hinsicht eine des Meisters der Länderkunde, Ferd. v. Richthofens, dem es gewidmet ist, würdige Gabe. Die Aufgabe, die sich der Verfasser gesetzt hatte, das Mittelmeergebiet als ein nach seiner Entstehung und seinen Charakterzügen einheitliches darzustellen, den ursächlichen Zusammenhang der Erscheinungen, soweit sie geographisch bedingt sind, herauszuarbeiten und überall auf dem festen Boden exakter Beobachtung, nicht der geistreichen Spekulation, nachzuweisen, ist glänzend gelöst. Philippson enthüllt hier ganz neue Seiten seines Wissens und Könnens. Methodisch bedeutsam ist auch die überall scharf durchgeführte Scheidung von Geologie und Geographie." **(Petermanns Mitteilungen.)**

Mittelmeerbilder. Neue Folge. Von Dr. **Theobald Fischer,** weiland Professor an der Universität Marburg. Mit 8 Karten. 1908. Geb. M. 6.—, in Leinwand geb. M. 7.—

Diese Neue Folge beabsichtigt das Verständnis für das immer mehr von deutschen Reisenden besuchte, nicht nur ästhetischen Genuß bietende, sondern auch im Wirtschaftsleben und in der Weltpolitik eine immer größere Rolle spielende Mittelmeergebiet zu vertiefen. In dieser Sammlung allerdings mehr nach der physisch-geographischen Seite hin, das Mittelmeer selbst nach seiner Entstehung und vor allem nach der Eigenart seiner Küsten. Nicht weniger als neun dieser Abhandlungen sind Küstenstudien gewidmet, fast durchaus nach Selbstsehen des Verfassers.

Von demselben Verfasser liegt vor:

Mittelmeerbilder. 2. Auflage, bearbeitet von Dr. A. Rühl. 8. 1913. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 8.—

„Während Philippsons ‚Mittelmeergebiet' eine systematische Darstellung dieser ganzen Region versuchte, bieten uns die ‚Mittelmeerbilder' des Vaters der Mittelmeerkunde eine Reihe prächtiger Einzeldarstellungen, zum größten Teil auf eigener Anschauung begründet, daher nicht allein von echt geographischen Geiste getragen, sondern auch lebensvoll und farbenreich." **(Petermanns Mitteilungen.)**

Die Polarwelt und ihre Nachbarländer. Von Dr. **Otto Nordenskjöld.** Professor an der Universität Gothenburg. Mit 77 Abbildungen und 1 farbigen Titelbild. gr. 8. 1909. In Leinwand geb. M. 8.—

„Nordenskjöld zieht die ganze Polarwelt in den Kreis seiner Betrachtungen und betont sowohl das Gemeinsame des polaren Wesens wie das Besondere der einzelnen Polarregionen. Er führt uns nach Grönland, Island, Spitzbergen, in die Südpolarländer, nach Nordamerika, Alaska, Sibirien und in die nordosteuropäischen Gebiete. Wir lernen die Bevölkerung in ihren Sitten, Gebräuchen, Erwerbsquellen kennen; die Tier- und Pflanzenwelt, das Klima, die geologischen und typographischen Formationen und sonstige geographische Momente finden sachkundige Würdigung. Bei dem großen Interesse für die Polarwelt wird das Buch auch über Fachkreise hinaus großen Anklang finden." **(Literar. Handweiser.)**

Schichtenfolge Mitteldeutschlands. Zu Tabellen zusammengestellt für den Gebrauch auf geologischen Wanderungen v. **Dr. Th. Brandes.** 8. 1913. Kart. M. —.50.

Die Tabellen sind der geographische Ausdruck des heutigen Standes der statigraphischen Erforschung Mitteldeutschlands. Sie sind in erster Linie für Studenten und Freunde der Geologie als Vademekum auf Exkursionen bestimmt, um sich im Felde sofort Rechenschaft geben zu können über die Stellung kleinerer Zonen im großen Schichtenverbande, sowie über die ungefähre Sprunghöhe von Verwerfungen und den Umfang von Schichtlücken. Sie sollen für Lehrer und Lernende eine Erleichterung sein.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich. — Werke, die mehrere Bände umfassen, sind auch in einem Band gebunden vorrätig.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25

Verzeichnis der bisher erschienenen Bände innerhalb der Wissenschaften alphabetisch geordnet.

Aus Theologie u. Philosophie, Pädagogik u. Bildungswesen erschienen:

Amerikanisches Bildungswesen siehe Techn. Hochschulen, Universitäten, Volksschule.

Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)

Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 3. Aufl. (Bd. 12.)
— siehe auch Ethik.

Bildungswesen, Das deutsche, in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von weil. Prof. Dr. Fr. Paulsen. 3. Aufl. Von Prof. Dr. W. Münch. Mit Bildn. Paulsens. (Bd. 100.)

Buddhas Leben und Lehre. Von weil. Prof. Dr. R. Pischel. 2. Aufl. von Prof. Dr. H. Lüders. Mit 1 Taf. (Bd. 109.)

Calvin, Johann. Von Pfarrer Dr. G. Soeder. Mit Bildn. (Bd. 247.)

Christentum. Aus der Werdezeit des Chr. Studien und Charakteristiken. Von Prof. Dr. J. Geffcken. 2. Aufl. (Bd. 54.)

Christentum und Weltgeschichte. Von Prof. D. Dr. K. Sell. 2. Bde. (Bd. 297, 298.)
— siehe auch Jesus, Mystik im Christentum.

Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literar. Zeugn. eines Jahrh. gesammelt. Von Turninspektor K. Möller. 2 Bde. Bd. II in Vorb. (Bd. 188, 189.)

Einführung in die Philosophie, Theologie siehe Philosophie, Theologie.

Entstehung der Welt und der Erde. Von Prof. Dr. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)

Erziehung, Moderne, in Haus und Schule. Von J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 159.)
— siehe auch Großstadtpädagogik und Schulkämpfe der Gegenwart.

Ethik. Prinzipien der E. Von E. Wentscher. (Bd. 397.)
— siehe auch Aufgaben und Ziele des Menschenlebens, sittliche Lebensanschauungen, Willensfreiheit.

Fortbildungsschulwesen, Das deutsche. Von Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)

Fröbel, Friedrich. Leben und Wirken. Von A. v. Portugall. Mit 5 Taf. (Bd 82.)

Großstadtpädagogik. Von J. Tews. (Bd. 327.)
— siehe auch Erziehung, Moderne, und Schulkämpfe der Gegenwart.

Heidentum siehe Mystik.

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor Dr. O. Flügel. Mit Bildn. (Bd. 164.)

Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Bd. 73.)

Hochschulen siehe Techn. Hochschulen und Universitäten.

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. D. H. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 49.)

Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches. Von Pastor C. Bonhoff. (Bd. 89.)

— **Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu.** Von Pfarrer D. Dr. P. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)

— **Die Gleichnisse Jesu.** Zugl. Anleitung zu quellenmäßigem Verständnis der Evangelien. Von Prof. D. Dr. Weinel. 3. Aufl. (Bd. 46.)

Israelit. Religion. Die Grundzüge der israel. Religionsgeschichte. V. weil. Prof. Dr. Fr. Giesebrecht. 2. Aufl. (Bd. 52.)

Jugendfürsorge. Von Waisenhausdirektor Dr. J. Petersen. 2 Bde. (Bd. 161, 162.)

Kant, Immanuel. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. O. Külpe. 3. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 146.)

Knabenhandarbeit, Die, in der heutigen Erziehung. Von Sem.-Dir. Dr. A. Papst. Mit 21 Abb. u. Titelbild. (Bd. 140.)

Lehrerbildung siehe Volksschule und Lehrerbildung der Ver. Staaten.

Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein krit. Bericht. Von Prof. D. H. Boehmer. 3. Aufl. Mit 2 Bildn. (Bd. 113.)

Mädchenschule, Die höhere, in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)

Mechanik des Geisteslebens. Von Prof. Dr. M. Verworn. 3. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)
— siehe auch Psychologie.
Mission, Die evangelische. Von Pastor S. Baudert. (Bd. 406.)
Mittelschule siehe Volks- u. Mittelschule.
Mystik im Heidentum und Christentum. Von Prof. Dr. Edv. Lehmann. (Bd. 217.)
Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. von Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
Pädagogik, Allgemeine. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
Pädagogik, Experimentelle, mit bes. Rücks. auf die Erzieh. durch die Tat. Von Dr. W. A. Lay. 2. Aufl. Mit 2 Abb. (Bd. 224.)
— siehe auch Erziehung, Großstadtpädagogik u. Psychologie des Kindes.
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Frh. v. Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ansichten. (Bd. 6.)
Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Von Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
Paulus, Der Apostel, u. sein Werk. Von Prof. Dr. E. Vischer. (Bd. 309.)
Pestalozzi. Leben und Ideen. Von Prof. Dr. P. Natorp. 2. Aufl. Mit Bildn. u. Brieffaks. (Bd. 250.)
Philosophie, Die. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldir. H. Richert. 2. Aufl. (Bd. 186.)
— **Einführung in die Philosophie.** Von Prof. Dr. R. Richter. 3. Aufl. von Dr. M. Brahn. (Bd. 155.)
— **Führende Denker.** Geschichtl. Einleitung in die Philosophie. Von Prof. Dr. J. Cohn. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)
— siehe auch Weltanschauung.
Philosophie der Gegenwart, Die, in Deutschland. Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr. O. Külpe. 5. Aufl. (Bd. 41.)
Psychologie siehe Seele des Menschen.
— siehe auch Mechanik des Geisteslebens.
Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. R. Gaupp. 3. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)
— siehe auch Pädagogik.
Religion. Die Stellung der R. im Geistesleben. Von Lic. Dr. P. Kalweit. (Bd. 225.)
— **Religion und Naturwissenschaft** in Kampf und Frieden. Ein geschichtl. Rückblick. Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
— **Die relig. Strömungen der Gegenwart.** Von Superintend. D. A. H. Braasch. 2. Aufl. (Bd. 66.)
Rousseau. Von Prof. Dr. P. Hensel. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 180.)
Schopenhauer. Persönlichkeit, Lehre, Bedeutung. Von Realschuldir. H. Richert. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 81.)
Schule siehe Fortbildungsschulwesen, Hilfsschulwesen, Hochschule, Mädchenschule, Mittelschule, Volksschule und die folgenden Bände.
Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)
Schulkämpfe der Gegenwart. Von J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe auch Erziehung, Moderne, und Großstadtpädagogik.
Schulwesen. Geschichte des deutschen Sch. Von Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 85.)
Seele des Menschen, Die. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 4. Aufl. (Bd. 36.)
— siehe auch Psychologie.
Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von weil. Prof. Dr. O. Kirn. 2. Aufl. (Bd. 177.)
— siehe auch Ethik.
Spencer, Herbert. Von Dr. K. Schwarze. Mit Bildn. (Bd. 245.)
Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. S. Müller. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)
Testament, Neues. Der Text des N. T. nach seiner geschichtl. Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Pott. Mit 8 Taf. (Bd. 134.)
— siehe auch Jesus.
Theologie. Einführung in die Theologie. Von Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)
Über Universitäten und Universitätsstudium. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. (Bd. 411.)
Universität, Die amerikanische. Von PH. D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
— siehe auch Student.
Unterrichtswesen, Das deutsche, der Gegenwart. Von Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 299.)
Volksbildungswesen, Das moderne. Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. G. Fritz. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
Volks- und Mittelschule, Die preußische, Entwicklung und Ziele. Von Geh. Reg.- u. Schulrat Dr. Sachse. (Bd. 432.)
Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten. Von Dir. Dr. F. Kuypers. Mit 48 Abb. u. Titelbild. (Bd. 150.)

Weltanschauung, Griechische. Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)
Weltanschauungen, Die, der großen Philosophen der Neuzeit. Von weil. Prof. Dr. L. Busse. 5. Aufl., herausg. von Prof. Dr. R. Falckenberg. (Bd. 56.)
— siehe auch Philosophie.
Willensfreiheit. Das Problem der W. Von Prof. Dr. G. F. Lipps. (Bd. 383.)
— siehe auch Ethik.
Zeichenkunst. Der Weg zur Z. Von Dr. E. Weber. Mit Abb. (Bd. 430.)

Weitere Bände sind in Vorbereitung

Aus Sprachkunde, Literaturgeschichte und Kunst erschienen:

Architektur siehe Baukunst und Renaissancearchitektur.
Ästhetik. Von Prof. Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)
Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Dir. Prof. Dr. Th. Volbehr. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)
Baukunde siehe Abtlg. Technik.
Baukunst. Deutsche B. im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthaei. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 8.)
— **Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis z. Ausg. des 18. Jahrh.** Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 62 Abb. und 3 Tafeln. (Bd. 326.)
— **Deutsche Baukunst im 19. Jahrh.** Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit Abb. (Bd. 453.)
— **Kultur des Wohnhauses, Die.** Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. Mit Abb. (Bd. 434.)
Beethoven siehe Haydn.
Björnson siehe Ibsen.
Dekorative Kunst des Altertums. Von Dr. Fr. Poulsen. Mit Abb. (Bd. 454.)
Drama, Das. Von Dr. B. Busse. Mit Abb. 2 Bde.
Bd. I: Von der Antike zum französ. Klassizismus. (Bd. 287.)
Bd. II: Von Versailles bis Weimar. (Bd. 288.)
— siehe auch Shakespeare, Lessing, Schiller und Theater.
Drama, Das deutsche, des 19. Jahrh. In s. Entwickl. dargest. von Prof. Dr. G. Witkowski. 4. Aufl. Mit Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)
— siehe auch Hebbel, Hauptmann.
Dürer, Albrecht. Von Dr. R. Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)
Französische Roman, Der, und die Novelle. Von O. Flake. (Bd. 377.)
Frauendichtung. Geschichte der deutschen F. seit 1800. V. Dr. H. Spiero. (Bd. 300.)
Griechische Kunst. Die Blütezeit der g. K. im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einführung in die griech. Plastik. Von Dr. H. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)
— siehe auch Dekorative Kunst.
Harmonium siehe Tasteninstrumente.
Hauptmann, Gerhart. Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. (Bd. 283.)
Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. C. Krebs. 2. Aufl. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)
Hebbel, Friedrich. Von Prof. Dr. O. Walzel. Mit 1 Bildn. (Bd. 408.)
Ibsen, Björnson und ihre Zeitgenossen. Von weil. Prof. Dr. B. Kahle. 2. Aufl. von Dr. Morgenstern. Mit 7 Bildn. (Bd. 193.)
Impressionismus. Die Maler des J. Von Prof. Dr. B. Lázár. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel. (Bd. 395.)
Klavier siehe Tasteninstrumente.
Kunst, Deutsche, im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrh. Von Prof. Dr. B. Haendcke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)
Kunst, Kirchliche, und Denkmalspflege. Vorträge. 2 Bde. Mit Abb. (Bd. 400/1.)
Kunst siehe auch Griechische, Ostasiatische Kunst.
Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superint. R. Bürkner. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)
Lessing. V. Dr. Ch. Schrempf. (Bd. 403.)
Lyrik. Geschichte der deutschen L. seit Claudius. Von Dr. H. Spiero. (Bd. 254.)
— siehe auch Minnesang und Volkslied.
Maler siehe Impressionismus.
Malerei, Die deutsche, im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bände Text, 2 Bände Abbildgn. (Bd. 448—451.)
Malerei, Niederländische, im 17. Jahrh. Von Dr. H. Jantzen. Mit zahlr. Abb.
— siehe auch Rembrandt. (Bd. 373.)
Michelangelo. Einführung in das Verständn. s. Werke. Von Prof. Dr. E. Hildebrandt. Mit 44 Abb. (Bd. 392.)
Minnesang. Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 404.)
Mozart siehe Haydn.
Musik. Geschichte der Musik siehe Haydn, Mozart, Beethoven, Wagner.
— **Die Grundlagen der Tonkunst.** Versuch e. genet. Darstellung der allgem. Musiklehre. Von Prof. Dr. H. Rietsch. (Bd. 178.)

Musikal. Kompositionsformen. Von S. G. Kallenberg. 2 Bde.
Bd. I: Die elementaren Tonverbindungen als Grundlage der Harmonielehre. (Bd. 412.)
Bd. II: Kontrapunktik und Formenlehre. (Bd. 413.)

Musikal. Romantik. Die Blütezeit der m. R. in Deutschland. Von Dr. E. Istel. Mit Silhouette. (Bd. 239.)

Mythologie, Germanische. Von Prof. Dr. J. v. Negelein. (Bd. 95.)
— siehe auch Volkssage, Deutsche.

Novelle siehe Roman.

Orchester. Die Instrumente des Orch. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit 60 Abb. (Bd. 384.)
— **Das moderne Orchester in seiner Entwicklung.** Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit Partiturbeisp. u. 3 Taf. (Bd. 308.)

Orgel siehe Tasteninstrumente.

Ostasiatische Kunst und ihr Einfluß auf Europa. Von Dir. Prof. Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. (Bd. 87.)

Personennamen, Die deutschen. Von Dir. A. Bähnisch. (Bd. 296.)

Plastik siehe Griechische Kunst.

Rembrandt. Von Prof. Dr. P. Schubring. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)

Renaissancearchitektur in Italien I. Von Dr. P. Frankl. Mit 12 Taf. u. 27 Textabb. (Bd. 381.)

Rhetorik. Von Dr. E. Geißler. I. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. 2. Aufl. (Bd. 455.)
— — II. Anweisungen zur Kunst der Rede. (Bd. 456.)
— siehe auch Sprechen.

Roman. Der französische Roman und die Novelle. Von O. Flake. (Bd. 377.)

Romantik, Deutsche. Von Prof. Dr. O. Walzel. 2. Aufl. (Bd. 232.)

Romantik siehe auch Musikal. Romantik.

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit Bildn. 2. Aufl. (Bd. 74.)

Shakespeare und seine Zeit. Von Prof. Dr. E. Sieper. Mit 3 Taf. u. 3 Textabb. 2. Aufl. (Bd. 185.)

Sprachbau. Die Haupttypen des menschlichen S. Von weil. Prof. Dr. F. N. Finck. (Bd. 268.)

Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. F. N. Finck. (Bd. 267.)

Sprechen. Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. (Bd. 354.)
— siehe auch Rhetorik.

Stile. Die Entwicklungsgeschichte der Stile in der bildenden Kunst. Von Dr. E. Cohn-Wiener. 2 Bde.
Bd. I: Vom Altertum bis zur Gotik. Mit 57 Abb. (Bd. 317.)
Bd. II: Von der Renaissance b. z. Gegenwart. Mit 31 Abb. (Bd. 318.)

Tasteninstrumente. Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der T. Von Prof. Dr. O. Bie. (Bd. 325.)

Theater, Das. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altert. bis auf die Gegenwart. Von Dr. Chr. Gaehde. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)

Tonkunst siehe Musik.

Volkslied, Das deutsche. Über Wesen und Werden deutschen Volksgesanges. Von Dr. J. W. Bruinier. 5. Aufl. (Bd. 7.)

Volkssage, Die deutsche. Von Dr. O. Böckel. (Bd. 262.)
— siehe auch Mythologie, German.

Wagner. Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Istel. Mit Bildn. (Bd. 330.)
— siehe auch Musikal. Romantik.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Aus Kultur, Geschichte u. Geographie, Recht u. Wirtschaft erschienen:

Alpen, Die. Von H. Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)

Altertum, Das, im Leben der Gegenwart. Von Prof. Dr. P. Cauer. (Bd. 356.)

Amerika. Geschichte der Vereinigten Staaten von A. Von Prof. Dr. E. Daenell. (Bd. 147.)
— **Aus dem amerikan. Wirtschaftsleben.** Von Prof. J. L. Laughlin. Mit 9 graph. Darstellungen. (Bd. 127.)
— siehe ferner Lehrerbildung, Volksschule, Techn. Hochschulen, Universitäten Amerikas in Abtlg. Bildungswesen.

Amerikaner, Die. Von N. M. Butler. Deutsch von Prof. Dr. W. Paszkowski. (Bd. 319.)

Angestellte siehe Kaufmännische A.

Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. Neurath. (Bd. 258.)

Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Prof. O. v. Zwiedineck-Südenhorst. 2. Aufl. (Bd. 78.)
— siehe auch soziale Bewegung.

Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)

Bauernhaus. Kulturgeschichte des deutschen B. Von Reg.-Baumeister Chr. Rauck. 2. Aufl. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)

Bauernstand. Geschichte des deutschen B. Von Prof. Dr. H. Gerdes. Mit 21 Abb. (Bd. 320.)

Bevölkerungslehre. Von Prof. Dr. M. Haushofer. (Bd. 50.)

Buch. Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Taf. u. 26 Abb. (Bd. 175.)

— **Das Buchgewerbe und die Kultur.** 6 Vorträge, gehalten i. A. des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abb. (Bd. 182.)

— siehe auch Schrift- und Buchwesen.

Byzantinische Charakterköpfe. Von Privatdoz. Dr. K. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)

Charakterbilder aus deutscher Geschichte siehe Von Luther zu Bismarck.

Deutsch: Deutsches Bauernhaus s. Bauernhaus. — Deutscher Bauernstand s. Bauernstand. — Deutsches Dorf s. Dorf. — Deutsche Einheit s. Vom Bund zum Reich. — Deutsches Frauenleben s. Frauenleben. — Deutsche Geschichte s. Geschichte. — Deutscher Handel s. Handel. — Deutsches Haus s. Haus. — Deutsche Kolonien s. Kolonien. — Deutsche Landwirtschaft s. Landwirtschaft. — Deutsche Reichsversicherung s. Reichsversicherung. — Deutsche Schiffahrt s. Schiffahrt. — Deutsches Schulwesen s. Schulwesen. — Deutsche Städte s. Städte. — Deutsche Verfassung, Verfassungsrecht s. Verfassung, Verfassungsrecht. — Deutsche Volksfeste, Volksstämme, Volkstrachten s. Volksfeste usw. — Deutsches Weidwerk s. Weidwerk. — Deutsches Wirtschaftsleben s. Wirtschaftsleben. — Deutsches Zivilprozeßrecht s. Zivilprozeßrecht.

Deutschtum im Ausland, Das. Von Prof. Dr. R. Hoeniger. (Bd. 402.)

Dorf, Das deutsche. Von R. Mielke. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)

Ehe und Eherecht. Von Prof. Dr. L. Wahrmund. (Bd. 115.)

Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. a. D. Biedermann. 2. Aufl. Mit Abbildgn. (Bd. 144.)

— siehe auch Verkehrsentwicklung in Deutschland 1800/1900.

Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 19 Bildn. (Bd. 174.)

Entdeckungen, Das Zeitalter der. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)

Erbrecht. Testamentserrichtung und E. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

Familienforschung. Von Dr. E. Devrient. (Bd. 350.)

Finanzwissenschaft. Von Prof. Dr. S. P. Altmann. (Bd. 306.)

Frauenarbeit. Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)

Frauenbewegung, Die moderne. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. K. Schirmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)

Friedensbewegung, Die moderne. Von A. H. Fried. (Bd. 157.)

Friedrich der Große. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 2 Bildnissen. (Bd. 246.)

Gartenkunst. Geschichte d. G. Von Reg.-Baumeister Chr. Ranck. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)

— siehe auch Abt. Naturwissensch. (Blumen u. Pflanzen.)

Gartenstadtbewegung, Die. Von Generalsekr. H. Kampfmeyer. Mit 45 Abb. 2. Aufl. (Bd. 239.)

Geld, Das, und sein Gebrauch. Von G. Maier. (Bd. 398.)

— siehe auch Münze.

Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. G. Steinhausen. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)

Geschichte, Deutsche siehe Von Luther zu Bismarck, Friedrich der Große, Restauration u. Revolution, Revolution (1848), Reaktion u. neue Ära, Vom Bund zum Reich, Moltke.

Gewerblicher Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanw. B. Tolksdorf. (Bd. 138.)

Griechische Städte. Kulturbilder aus gr. St. Von Oberlehrer Dr. E. Ziebarth. 2. Aufl. Mit 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)

Handel. Geschichte des Welthandels. Von Prof. Dr. M. G. Schmidt. 2. Aufl. (Bd. 118.)

— **Geschichte des deutschen Handels.** Von Prof. Dr. W. Langenbeck. (Bd. 237.)

Handwerk, Das deutsche, in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Dir. Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 14.)

Haus, Das deutsche, und sein Hausrat. Von Prof. Dr. R. Meringer. Mit 106 Abb. (Bd. 116.)

Holland siehe Städtebilder, Historische.

Hotelwesen. Von P. Damm-Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)

Japaner, Die, in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

Jesuiten, Die. Eine histor. Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 3. Aufl. (Bd. 29.)

Internationale Leben, Das, der Gegenwart. Von A. H. Fried. Mit 1 Tafel. (Bd. 226.)

Jurisprudenz im häuslichen Leben. Für Familie und Haushalt dargestellt. Von Rechtsanw. P. Bienengräber. 2 Bde. (Bd. 219, 220.)

Kaufmann. Das Recht des K. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)

Kaufmännische Angestellte. Das Recht der k. A. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)

Kolonien, Die deutschen. (Land und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 98.)
— **Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftl. Verhältnissen. Im Lichte der Erdkunde dargestellt.** Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)
Kolonisation, Innere. Von A. Brenning. (Bd. 261.)
Konsumgenossenschaft, Die. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
Krieg, Der, im Zeitalter des Verkehrs und der Technik. Von Hauptmann A. Meyer. Mit 3 Abb. (Bd. 271.)
— **Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert.** Von Major O. v. Sothen. Mit 9 Übersichtskarten. (Bd. 59.)
— siehe auch Seekrieg.
Landwirtschaft, Die deutsche. Von Dr. W. Claaßen. Mit 15 Abb. und 1 Karte. (Bd. 215.)
Miete, Die, nach dem BGB. Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)
Mittelalterliche Kulturideale. Von Prof. Dr. V. Vedel. 2 Bde.
Bd. I: Heldenleben. (Bd. 292.)
Bd. II: Ritterromantik. (Bd. 293.)
Mittelstandsbewegung, Die moderne. Von Dr. L. Müffelmann. (Bd. 417.)
Moltke. Von Kaiserl. Ottoman. Major im Generalstab F. C. Endres. Mit Bildn. (Bd. 415.)
Münze, Die, als historisches Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abb. (Bd. 91.)
— siehe auch Geld.
Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit Bildn. (Bd. 195.)
Organisation, Die wirtschaftliche. Von Privatdozent Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)
Orient, Der. Eine Länderkunde. Von E. Banse. 3 Bde.
Bd. I: Die Atlasländer. Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abb., 10 Kartenskizzen, 3 Diagrammen u. 1 Tafel. (Bd. 277.)
Bd. II: Der arabische Orient. Mit 29 Abb. und 7 Diagrammen. (Bd. 278.)
Bd. III: Der arische Orient. Mit 34 Abb., 3 Kartenskizzen und 2 Diagrammen. (Bd. 279.)
Österreich. Geschichte der auswärtigen Politik Österreichs im 19. Jahrhundert. Von R. Charmatz. (Bd. 374.)
Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907. Von R. Charmatz. 2 Bände. 2. Aufl.
Bd. I: Die Vorherrschaft der Deutschen. (Bd. 242.)
Bd. II: Der Kampf d. Nationen. (Bd. 243.)
Ostmark, Die. Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)
Ostseegebiet. Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)
Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Freiherr von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan und 6 Ansichten. (Bd. 6.)
Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Von Gymnasialoberlehrer Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)
Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Hassert. 2. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)
Politische Geographie. Von Dr. E. Schöne. (Bd. 353.)
Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert. Von Prof. Dr. K. Th. v. Heigel. 2. Aufl. (Bd. 129.)
Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 2. Aufl. Mit 62 Abb. (Bd. 114.)
Postwesen, Das. Entwicklung und Bedeutg. Von Postrat J. Bruns. (Bd. 165.)
Primitive. Die geistige Kultur der P. Von Prof. Dr. K. Th. Preuß. (Bd. 452.)
Reaktion und neue Ära. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 101.)
Recht siehe Eherecht, Erbrecht, Gewerbl. Rechtsschutz, Jurisprudenz, Kaufmann, Kaufmänn. Angestellte, Urheberrecht, Verbrechen, Verfassungsrecht, Wahlrecht, Zivilprozeßrecht.
Rechtsprobleme, Moderne. Von Prof. Dr. J. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)
Reichsversicherung, Die. Die Kranken-, Invaliden-, Hinterbliebenen-, Unfall- und Angestelltenversicherung nach der Reichsversicherungsordnung u. dem Versicherungsgesetz für Angestellte. Von Landesversicherungsassessor H. Seelmann. (Bd. 380.)
Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 3. Aufl. (Bd. 37.)
Revolution. Geschichte der Französischen R. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. (Bd. 346.)
— **1848.** Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)
Rom. Das alte Rom. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O. Richter. Mit Bilderanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)
— **Soziale Kämpfe im alten Rom.** Von Privatdoz. Dr. L. Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)
— **Roms Kampf um die Weltherrschaft.** Von Prof. Dr. Kromayer. (Bd. 368.)

Schiffahrt, Deutsche, und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Thieß. (Bd. 169.)

Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 4.)

— siehe auch Buch.

Schulwesen. Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 85.)

Seekrieg. Eine geschichtl. Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von K. Freiherrn v. Maltzahn, Vizeadmiral a. D. (Bd. 99.)

— **Das Kriegsschiff.** Von Geh. Marinebaurat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)

— siehe Krieg.

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)

— siehe auch Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung.

Soziale Kämpfe im alten Rom siehe Rom.

Sozialismus. Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrh. Von Privatdoz. Dr. Fr. Muckle. 2 Bde.
Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.)
Band II: Proudhon und der entwicklungsgeschichtliche Sozialismus. (Bd. 270.)

Städte, Die. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. K. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)

— **Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter.** Von Prof. Dr. B. Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)

— **Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.** Von Reg.-Baumeister a. D. A. Erbe. Mit 59 Abb. (Bd. 117.)

— siehe auch Griechische Städte, ferner Pompeji, Rom.

Statistik. Von Prof. Dr. S. Schott. (Bd. 442.)

Strafe und Verbrechen. Von Dr. P. Pollitz. (Bd. 323.)

Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

Telegraphie, Die, in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postrat J. Bruns. Mit 4 Fig. (Bd. 183.)

Testamentserrichtung und Erbrecht. Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

Theater, Das. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenw. Von Dr. Chr. Gaehde. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 230.)

Universitäten u. Universitätsstudium. V. Prof. Dr. Th. Ziegler. (Bd. 411.)

— siehe auch Student, Der Leipziger.

Urheberrecht. Das Recht an Schrift- und Kunstwerken. Von Rechtsanwalt Dr. R. Mothes. (Bd. 435.)

Verbrechen. Strafe und V. Von Dr. P. Pollitz. (Bd. 323.)

Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkskundlichen Kriminalistik. Von Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)

Verbrecher. Die Psychologie des V. Von Dr. P. Pollitz. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)

Verfassung. Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Prof. Dr. E. Loening. 4. Aufl. (Bd. 34.)

Verfassungsrecht, Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. Ed. Hubrich. 2. Aufl. (Bd. 80.)

Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800 bis 1900 (fortgeführt bis zur Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Lotz. 3. Aufl. (Bd. 15.)

— siehe auch Eisenbahnwesen.

Versicherungswesen. Grundzüge des V. Von Prof. Dr. A. Manes. 2. Aufl. (Bd. 105.)

— siehe auch Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung und Reichsversicherung.

Volksfeste und Volkssitten, Deutsche. Von H. S. Rehm. Mit 11 Abb. (Bd. 214.)

Volksstämme, Die deutschen, und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)

Volkstrachten, Deutsche. Von Pfarrer C. Spieß. (Bd. 342.)

— siehe auch Deutsche Volksfeste usw.

Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 102.)

Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123, 124.)

Wahlrecht, Das. Von Reg.-Rat Dr. O. Poensgen. (Bd. 249.)

Weidwerk, Das deutsche. Von G. Frh. v. Nordenflycht. (Bd. 436.)

Welthandel siehe Handel.

Wirtschaftliche Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearb. von Prof. Dr. K. Dove. (Bd. 122.)

Wirtschaftsleben, Deutsches. Auf geographischer Grundlage geschildert. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. Neubearb. von Dr. H. Reinlein. (Bd. 42.)

— **Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens** im letzten Jahrhundert. Von Prof. Dr. L. Pohle. 3. Aufl. (Bd. 57.)

— **Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft.** Von Prof. Dr. P. Arndt. 2. Aufl. (Bd. 179.)

Wirtschaftliche Organisation, Die. Von Privatdozent Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)

Wirtschaftsgeschichte siehe Antike Wirtschaftsgeschichte.

Zeitungswesen. Von Dr. H. Diez. (Bd. 328.)

Zivilprozeßrecht, Das deutsche. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Wichtige Gebiete der Volkswirtschaft sind auch in der Abteilung Naturwissenschaft und Technik behandelt unter den Stichwörtern: **Automobil, Bierbrauerei, Bilder aus der chem. Technik, Eisenbahnwesen, Eisenhüttenwesen, Elektr. Kraftübertragung, Gartenstadtbewegung, Ingenieurtechnik, Kaffee, Kakao, Kinematographie, Kohlen, Landwirtschaftl. Maschinen, Metalle, Patente, Salz, Schmucksteine, Spinnerei, Straßenbahnen, Tabak, Tee, Wald, Wasserkraftmaschinen, Weinbau.**

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

Aus Mathematik, Naturwissenschaften, Medizin u. Technik erschienen:

Aberglaube, Der, in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)

Abstammungs- und Vererbungslehre, Experimentelle. Von Dr. H. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

Agrikulturchemie. Von Dr. P. Krische. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)

Algebra siehe Arithmetik.

Alkoholismus, Der. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)

Ameisen, Die. Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)

Anatomie des Menschen, Die. Von Prof. Dr. K. v. Bardeleben. 6 Bde. 2. Aufl.
I. Teil: Zellen- und Gewebelehre. Entwicklungsgeschichte der Körper als Ganzes. Mit 70 Abb. (Bd. 418.)
II. Teil: Das Skelett. Mit 53 Abb. (Bd. 419.)
III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. Mit 68 Abb. (Bd. 420.)
IV. Teil: Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane). Mit 39 Abb. (Bd. 421.)
V. Teil: Nervensystem und Sinnesorgane. Mit Abb. (Bd. 422.)
VI. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abb. (Bd. 423.)

Aquarium, Das. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. 2 Bde.
I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Aufl. Mit 9 Fig. (Bd. 120.)
II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 3. Aufl. Mit 23 Fig. (Bd. 205.)

Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 363.)

Arzt, Der. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenw. Ein Leitfaden der soz. Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)

Astronomie. Probleme der modernen Astr. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Mit 11 Fig. (Bd. 355.)

— **Astronomie in ihrer Bedeutung für das praktische Leben.** Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)

— siehe auch Weltall, Weltbild, Sonne, Mond, Planeten.

Atome. Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)

Auge des Menschen, Das, und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. G. Abelsdorff. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)

Auge, Das, und die Brille. Von Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)

Automobil, Das. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ingenieur K. Blau. 2. Aufl. Mit 86 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 166.)

Bakterien, Die, im Kreislauf des Stoffes in der Natur und im Haushalt des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

— **Die krankheiterregenden Bakterien.** Von Privatdozent Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Prof. Dr. H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)

Baukunde. Das Wohnhaus. Von Reg.-Baumeister a. D. G. Langen. 2 Bde. Mit Abb.
Bd. I: Sein technischer Aufbau. (Bd. 444.)
Bd. II: Seine Anlage und Ausgestaltung. (Bd. 445.)

— **Eisenbetonbau, Der.** Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. 81 Abb. (Bd. 275.)

Baukunst siehe Abtlg. Kunst.

Befruchtungsvorgang, Der, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. E. Teichmann. 2. Aufl. Mit 7 Abb. und 4 Doppeltafeln. (Bd. 70.)

Beleuchtungsarten, Die, der Gegenwart. Von Dr. H. Lux. Mit Abb. (Bd. 108.)

Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)

Biochemie. Einführung in die B. Von Prof. Dr. W. Löb. (Bd. 352.)

Biologie, Experimentelle. Von Dr. C. Theiing. Mit Abb. 2 Bde.
Bd. I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.)
Band II: Regeneration, Transplantation und verwandte Gebiete. (Bd. 337.)

Biologie siehe auch Abstammungslehre, Befruchtungsvorgang, Erscheinungen des Lebens, Lebewesen, Organismen, Mensch und Tier.

Blumen. Unsere Bl. und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)

— **Unsere Bl. und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 65 Abb. (Bd. 359.)

Blut. Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Botanik siehe Kolonialbotanik, Blumen, Kulturpflanzen.

Brauerei. Die Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)

Brille. Das Auge und die Br. Von Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. (Bd. 372.)

Buch. Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. 3. Aufl. Mit 7 Tafeln und 26 Abb. (Bd. 175.)

— siehe auch Abt. Kultur (Buchgewerbe, Schrift- u. Buchwesen).

Chemie. Einführung in die chemische Wissenschaft. Von Prof. Dr. W. Löb. Mit 16 Figuren. (Bd. 264.)

— **Bilder aus der chemischen Technik.** Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)

Chemie in Küche und Haus. Von weil. Prof. Dr. G. Abel. 2. Aufl. von Dr. J. Klein. Mit 1 Doppeltafel. (Bd. 76.)

Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Prof. Dr. R. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)

Chirurgie, Die, unserer Zeit. Von Prof. Dr. Feßler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)

Dampfkessel siehe Dampfmaschine I und Feuerungsanlagen.

Dampfmaschine, Die. 2 Bde. I: Wirkungsweise des Dampfes in Kessel und Maschine. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 393.)

— II: Ihre Gestaltung und ihre Verwendung. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 95 Abb. u. 1 Taf. (Bd. 394.)

Darwinismus. Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Hesse. 4. Aufl. Mit 37 Fig. (Bd. 39.)

Differential- u. Integralrechnung. Von Dr. M. Lindow. (Bd. 387.)

Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)

Eisenbahnwesen, Das. Von Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor a. D. E. Biedermann. 2. Aufl. M. zahlr. Abb. (Bd. 144.)

— siehe auch Klein- u. Straßenbahnen, Verkehrsentwicklung.

Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)

Eisenhüttenwesen. Von weil. Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 4. Aufl. von Bergreferendar F. W. Wedding. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)

Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch. Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)

Elektrische Kraftübertragung. Von Ing. P. Köhn. Mit Abb. (Bd. 424.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. K. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)

Elektrotechnik. Grundlagen der E. Von Dr. A. Rotth. Mit 72 Abb. (Bd. 391.)

— siehe auch Drähte und Kabel, Telegraphie.

Energie. Die Lehre von der E. Von Dr. A. Stein. Mit 13 Fig. (Bd. 257.)

Ernährung und Volksnahrungsmittel. Von weil. Prof. Dr. J. Frentzel. 2. Aufl. Neu bearbeitet von Geh.-Rat Prof. Dr. N. Zuntz. Mit 7 Abb. und 2 Tafeln. (Bd. 19.)

Erscheinungen, Die, des Lebens. Von Prof. Dr. H. Miehe. Mit 40 Fig. (Bd. 130.)

Farben siehe Licht.

Feuerungsanlagen, Industrielle, u. Dampfkessel. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 88 Abb. (Bd. 348.)

Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl. (Bd. 167.)

Garten siehe Blumen, Pflanzen.

Gartenkunst. Geschichte der G. Von Reg.-Baumeister Chr. Ranck. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)

Gartenstadtbewegung, Die. Von Generalsekretär H. Kampffmeyer. Mit 43 Abb. 2. Aufl. (Bd. 259.)

Gebiß, Das menschliche, seine Erkrankung und Pflege. Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abb. (Bd. 229.)

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. G. Ilberg. (Bd. 151.)

Genußmittel siehe Kaffee, Tee, Kakao, Tabak, Arzneimittel u. Genußmittel.

Geologie. Aus der Vorzeit der Erde. Von Prof. Dr. Fr. Frech. 2. Aufl.
Bd. I: Vulkane einst und jetzt. Mit 80 Abb. (Bd. 207.)
Bd. II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abb. (Bd. 208.)
Bd. III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.)
Bd. IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.)
Bd. V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. 49 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 211.)
Bd. VI: Gletscher einst und jetzt. Mit 1 Titelbild und 65 Abb. (Bd. 61.)

Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. Mit 4 Abb. und 1 Tafel. (Bd. 251.)

Gesundheitslehre. Acht Vorträge aus der G. Von weil. Prof. Dr. H. Buchner. 4. Aufl. besorgt von Prof. Dr. M. von Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)

Gesundheitslehre für Frauen. Von Prof. Dr. Opitz. Mit Abb. (Bd. 171.)

Getreidegräser siehe Kulturpflanzen.

Graphische Darstellung, Die. Von Prof. Dr. F. Auerbach. (Bd. 437.)

Handfeuerwaffen, Die. Ihre Entwicklung und Technik. Von Hauptmann R. Weiß. Mit 69 Abb. (Bd. 364.)

Häuserbau siehe Baukunde, Heizung und Lüftung.

Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer H. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)

Heilwissenschaft, Die moderne. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Hüttenwesen siehe Eisenhüttenwesen.

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

Infinitesimalrechnung. Einführung in die J. mit einer historischen Übersicht. Von Prof. Dr. G. Kowalewski. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)

Ingenieurtechnik. Bilder aus der J. Von Baurat K. Merckel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)

— **Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.** Von Geh. Regierungsrat M. Geitel. Mit Abb. (Bd. 28.)

Kabel. Drähte und K., ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Prof. Dr. A. Wieler. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)

Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. H. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)

Kinematographie. Von Dr. H. Lehmann. Mit 69 Abb. (Bd. 358.)

Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

Kohlen, Unsere. Von Bergassessor P. Kukuk. Mit 60 Abb. (Bd. 396.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 321.)

Kraftanlagen siehe Feuerungsanlagen und Dampfkessel, Elektr. Kraftübertragung, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine.

Kraftmaschinen siehe Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine.

Kraftübertragung, Die elektrische. Von Ingenieur P. Köhn. Mit Abb. (Bd. 424.)

Krankenpflege. Von Chefarzt Dr. B. Leick. (Bd. 152.)

Kriegsschiff, Das. Von Geh. Marinebaurat Krieger. Mit 60 Abb. (Bd. 389.)

Küche siehe Chemie in Küche und Haus.

Kulturpflanzen. Unsere wichtigsten K. (die Getreidegräser). Von Prof. Dr. K. Giesenhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)

Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Von Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)

Lebewesen. Die Beziehungen der L. zueinander. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. Mit Abb.
— — I. Der Tiere zueinander. (Bd. 426.)
— — II. Der Pflanzen zueinander und zu den Tieren. (Bd. 427.)
— siehe Organismen, Biologie.

Leibesübungen, Die, und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Zander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)

Licht, Das, und die Farben. Von Prof. Dr. L. Graetz. 3. Aufl. Mit 117 Abb. (Bd. 17.)

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimentalchemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. 4. Aufl. Mit 115 Abb. (Bd. 5.)

Luftfahrt, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl. von Dr. Fr. Huth. Mit zahlr. Abb. (Bd. 300.)

Luftstickstoff, Der, und seine Verwertung. Von Prof. Dr. K. Kaiser. Mit 13 Abb. (Bd. 313.)

Lüftung. Heizung und L. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Maschinen siehe Hebezeuge, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine und die folg. Bände.

Maschinenelemente. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)

Maschinenkunde siehe Landwirtschaftl. Maschinenkunde.

Maße und Messen. Von Dr. W. Block. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

Mathematik, Praktische. Von Dr. R. Neuendorff. I. Teil: Graphisches u. numerisches Rechnen. Mit 62 Fig. u. 1 Tafel. (Bd. 341.)

Mathematik. Naturwissenschaften und M. im klassischen Altertum. Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)

Mathematische Spiele. Von Dr. W. Ahrens. 2. Aufl. Mit 70 Fig. (Bd. 170.)

Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. 2 Bde.
Bd. I: Die Mechanik der festen Körper. Mit 61 Abb. (Bd. 303.)
Bd. II: Die Mechanik der flüssigen Körper. Mit 34 Abb. (Bd. 304.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 3. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)

Mensch. Entwicklungsgeschichte des M. Von Dr. A. Heilborn. Mit Abb. (Bd. 388.)

Mensch der Urzeit, Der. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechtes. Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)

Mensch, Der vorgeschichtliche, siehe Eiszeit.

Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)

Mensch und Tier. Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

Menschlicher Körper. Bau und Tätigkeit des menschl. K. Von Prof. Dr. H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)
— siehe auch Anatomie, Blut, Herz, Nervensystem, Sinne, Verbildungen.

Metalle, Die. Von Prof. Dr. K. Scheid. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)

Mikroskop, Das, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. Scheffer. 2. Aufl. Mit 66 Abb. (Bd. 35.)

Milch, Die, und ihre Produkte. Von Dr. A. Reitz. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)

Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)

Mond, Der. Von Prof. Dr. J. Franz. Mit 31 Abb. (Bd. 90.)

Naturlehre. Die Grundbegriffe der modernen N. Von Prof. Dr. F. Auerbach. 3. Aufl. Mit 79 Fig. (Bd. 40.)

Naturstoffe. Künstliche Darstellung von N. Von Prof. Dr. E. Rüst. Mit Abb. (Bd. 457.)

Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bde.
I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb. (Bd. 125.)
II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abb. (Bd. 126.)

Naturwissenschaften und Mathematik im klassischen Altertum. Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. (Bd. 370.)

Naturwissenschaft und Religion. N. und R. in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick. Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)

Naturwissenschaften und Technik. Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht über Wirkungen der Entwicklung der N. und T. auf das gesamte Kulturleben. Von Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 23.)

Nautik. Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)

Nerven. Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande. Von Prof. Dr. R. Zander. 2. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 48.)

Obstbau. Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)

Optik siehe Auge, Brille, Licht u. Farbe, Mikroskop, Spektroskopie, Stereoskop, Strahlen.

Optischen Instrumente, Die. Von Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)

Organismen. Die Welt der O. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)

— siehe Lebewesen.

Patente und Patentrecht siehe Abtlg. Recht. (Gewerbl. Rechtsschutz).

Pflanzen. Das Werden und Vergehen der Pfl. Von Prof. Dr. P. Giesevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)

— **Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen.** Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)

— **Die fleischfressenden Pflanzen.** Von Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)

— **Unsere Blumen und Pflanzen im Garten.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)

— **Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer.** Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 65 Abb. (Bd. 359.)

— siehe auch Lebewesen.

Pflanzen- und Tierstoffe, Natürliche und künstliche. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)

Pflanzenwelt des Mikroskops, Die. Von Bürgerschullehrer E. Reukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)

Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kümmell. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)

Photographie, Die, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre Anwendung. Von Dr. O. Prelinger. Mit Abb. (Bd. 414.)

Photographie, Die künstlerische. Von Dr. W. Warstat. Mit Bilderanhang (12 Tafeln). (Bd. 410.)

Physik. Werdegang der modernen Ph. Von Dr. H. Keller. Mit 13 Fig. (Bd. 343.)

— **Einleitung in die Experimentalphysik.** Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 90 Abb. (Bd. 371.)

Physiker. Die großen Ph. und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abb. (Bd. 324.)

Pilze, Die. Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)

Planeten, Die. Von Prof. Dr. B. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)

Planimetrie zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)

Radium und Radioaktivität. Von Dr. M. Centnerszwer. 33 Abb. (Bd. 405.)

Salzlagerstätten, Die. Von Dr. C. Riemann. (Bd. 407.)

Säugling, Der, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. W. Kaupe. Mit 17 Abb. (Bd. 154.)

Schachspiel, Das, und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. M. Lange. 2. Aufl. Mit den Bildnissen E. Laskers und P. Morphys, 1 Schachbrettafel u. 43 Darst. von Übungsbeispielen. (Bd. 281.)

Schiffbau siehe Kriegsschiff.

Schiffahrt siehe Nautik und Abt. Wirtschaft.

Schmucksteine, Die, und die Schmuckstein-Industrie. Von Dr. A. Eppler. Mit 64 Abb. (Bd. 376.)

Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3. Aufl. Mit 43 Fig. (Bd. 96.)

Sinne des Menschen, Die fünf. Von Prof. Dr. J. K. Kreibig. 2. Aufl. Mit 39 Abb. (Bd. 27.)

Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)

Spinnerei. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit 35 Abb. (Bd. 338.)

Sprengstoffe. Chemie und Technologie der Spr. Von Prof. Dr. R. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)

Stereoskop, Das, und seine Anwendungen. Von Prof. Th. Hartwig. Mit 40 Abb. und 19 Tafeln. (Bd. 135.)

Sonne, Die. Von Dr. A. Krause. Mit 64 Abb. im Text u. auf 1 Buntdrucktafel. (Bd. 357.)

Stimme. Die menschliche St. und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. P. H. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)

Strahlen, Sichtbare und unsichtbare. Von Prof. Dr. R. Börnstein und Prof. Dr. W. Marckwald. 2. Aufl. Mit 85 Abb. (Bd. 64.)

Straßenbahnen. Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

Suggestion. Hypnotismus und Suggestion. V. Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

Süßwasser-Plankton, Das. Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Tabak, Der, in Landwirtschaft, Handel und Industrie. Mit Abb. Von Jac. Wolf. (Bd. 416.)

Tee, Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Prof. Dr. A. Winter. Mit 24 Abb. und 1 Karte. (Bd. 132.)

Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Telegraphen-inspektor H. Brick. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)

— **Die Funkentelegraphie.** Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustr. 2. Aufl. (Bd. 167.)

— siehe auch Drähte und Kabel.

Tiere der Vorzeit. Von Prof. Dr. O. Abel. Mit Abb. (Bd. 399.)

Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von weil. Privatdozent Dr. K. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)

— **Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere.** Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten und Abb. (Bd. 139.)

— **Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus).** Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)

— siehe auch Lebewesen.

Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)

Tierzüchtung. Von Dr. G. Wilsdorf. Mit 30 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 369.)

— **Die Fortpflanzung der Tiere.** Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Trigonometrie, Ebene, zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. Mit 50 Fig. (Bd. 431.)

Tuberkulose, Die, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. Mit 1 Tafel u. 8 Fig. (Bd. 47.)

Uhr, Die. Von Reg.-Bauführer a. D. H. Bock. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)

Verbildungen, Körperliche, im Kindesalter und ihre Verhütung. Von Dr. M. David. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)

Vererbung. Experimentelle Abstammungs- und Vererbungslehre. Von Dr. H. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

Vogelleben, Deutsches. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Volksnahrungsmittel siehe Ernährung u. V.

Wald, Der deutsche. Von Prof. Dr. H. Hausrath. 2. Aufl. Mit 15 Abb. und 2 Karten. (Bd. 153.)

Wärme. Die Lehre von der W. Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 33 Abb. (Bd. 172.)

— siehe auch Luft, Wasser, Licht, Wärme.

Wärmekraftmaschinen, Die neueren. 2 Bde.
I: Einführung in die Theorie und den Bau der Maschinen für gasförmige und flüssige Brennstoffe. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 4. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)

— II: Gasmaschinen, Gas- und Dampfturbinen. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)

— siehe auch Kraftanlagen.

Wasser, Das. Von Privatdozent Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)

— siehe auch Luft, Wasser, Licht, Wärme.

Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. 2. Aufl. Mit 73 Fig. (Bd. 228.)

Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. 34 Abb. (Bd. 332.)

Weltall. Der Bau des W. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 4. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)

Weltäther siehe Moleküle.

Weltbild. Das astronomische W. im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)

Weltentstehung. Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. Dr. B. Weinstein. 2. Aufl. (Bd. 223.)

Wetter, Gut und schlecht. Von Dr. R. Hennig. Mit 46 Abb. (Bd. 349.)

Wind und Wetter. Von Prof. Dr. L. Weber. 2. Aufl. Mit 28 Figuren und 3 Tafeln. (Bd. 55.)

Wirbeltiere. Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der W. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Wohnhaus siehe Baukunde.

Zahnheilkunde siehe Gebiß.

Weitere Bände sind in Vorbereitung.

DIE KULTUR DER GEGENWART

IHRE ENTWICKLUNG UND IHRE ZIELE

HERAUSGEGEBEN VON PROF. PAUL HINNEBERG

Eine systematisch aufgebaute, geschichtlich begründete Gesamtdarstellung unserer heutigen Kultur, welche die Fundamentalergebnisse der einzelnen Kulturgebiete nach ihrer Bedeutung für die gesamte Kultur der Gegenwart und für deren Weiterentwicklung in großen Zügen zur Darstellung bringt. Das Werk vereinigt eine Zahl erster Namen aus Wissenschaft und Praxis und bietet Darstellungen der einzelnen Gebiete jeweils aus der Feder des dazu Berufensten in gemeinverständlicher, künstlerisch gewählter Sprache auf knappstem Raume. Jeder Band ist inhaltlich vollständig in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

***) Jeder Band kostet in Leinw. geb. M. 2.—, in Halbfr. geb. M. 4.— mehr.**

TEIL I u. II: Die geisteswissenschaftlichen Kulturgebiete.

Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.

Geh.*) M. 18.—. [2. Aufl. 1912. Teil I, Abt. 1.]

Inhalt: Das Wesen der Kultur: W. Lexis. — Das moderne Bildungswesen: Fr. Paulsen †. — Die wichtigsten Bildungsmittel. A. Schulen und Hochschulen. Das Volksschulwesen: G. Schöppa. Das höhere Knabenschulwesen: A. Matthias. Das höhere Mädchenschulwesen: H. Gaudig. Das Fach- und Fortbildungsschulwesen: G. Kerschensteiner. Die geisteswissenschaftliche Hochschulausbildung: Fr. Paulsen †. Die mathematische, naturwissenschaftliche Hochschulausbildung: W. v. Dyck. B. Museen. Kunst- und Kunstgewerbemuseen: L. Pallat. Naturwissenschaftliche Museen: K. Kraepelin. Technische Museen: W. v. Dyck. C. Ausstellungen. Kunst- u. Kunstgewerbeausstellungen: J. Lessing †. Naturwissenschaftl.-techn. Ausstellungen: O. N. Witt. D. Die Musik: G. Göhler. E. Das Theater: P. Schlenther. F. Das Zeitungswesen: K. Bücher. G. Das Buch: R. Pietschmann. H. Die Bibliotheken: F. Milkau. — Organisation der Wissenschaft: H. Diels.

Die Religionen des Orients und die altgermanische Religion.

Geh.*) M. 8.—. [2. Aufl. 1913. Teil I, Abt. 3, I.]

Inhalt: Die Anfänge der Religion und die Religion der primitiven Völker: Ed v. Lehmann. — Die ägyptische Religion: A. Erman. — Die asiatischen Religionen: Die babylonisch-assyrische Religion: C. Bezold. — Die indische Religion: H. Oldenberg. — Die iranische Religion: H. Oldenberg. — Die Religion des Islams: J. Goldziher. — Der Lamaismus: A. Grünwedel. — Die Religionen der Chinesen: J. J. M. de Groot. — Die Religionen der Japaner: a) Der Shintoismus: K. Florenz, b) Der Buddhismus: H. Haas. — Die orientalischen Religionen in ihrem Einfluß auf den Westen im Altertum: Fr. Cumont. — Altgermanische Religion: A. Heusler.

Geschichte der christl. Religion. M. 18.—*). [2. A. 1909. T. I, 4, I.]

Inhalt: Die israelitisch-jüdische Religion: J. Wellhausen. — Die Religion Jesu und die Anfänge des Christentums bis zum Nicaenum (325): A. Jülicher. — Kirche und Staat bis zur Gründung der Staatskirche: A. Harnack. — Griechisch-orthodoxes Christentum und Kirche in Mittelalter und Neuzeit: N. Bonwetsch. — Christentum und Kirche Westeuropas im Mittelalter: K. Müller. — Katholisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: A. Ehrhard. — Protestantisches Christentum und Kirche in der Neuzeit: E. Troeltsch.

Systemat. christl. Religion. M. 6.60*). [2. A. 1909. Teil I, 4, II.]

Inhalt: Wesen der Religion u. der Religionswissenschaft: E. Troeltsch. — Christlich-katholische Dogmatik: J. Pohle. — Christlich-katholische Ethik: J. Mausbach. — Christlich-katholische praktische Theologie: C. Krieg. — Christlich-protestantische Dogmatik: W. Herrmann. — Christlich-protestantische Ethik: R. Seeberg. — Christlich-protestantische praktische Theologie: W. Faber. — Die Zukunftsaufgaben der Religion und der Religionswissenschaft: H. J. Holtzmann.

Allgemeine Geschichte der Philosophie. Geh.*) M. 14.—.

[2. Auflage 1913. Teil I, Abt. 5.]

Inhalt. Einleitung. Die Anfänge der Philosophie und die Philosophie der primitiven Völker: W. Wundt. I. Die indische Philosophie: H. Oldenberg. II. Die islamische und jüdische Philosophie: J. Goldziher. III. Die chinesische Philosophie: W. Grube. IV. Die japanische Philosophie: T. Inouye. V. Die europäische Philosophie des Altertums: H. v. Arnim. VI. Die patristische Philosophie: Cl. Bäumker. VII. Die europäische Philosophie des Mittelalters: Cl. Bäumker. VIII. Die neuere Philosophie: W. Windelband.

Systemat. Philosophie. Geh.*) M. 10.—. [2. Aufl. 1908. T. I, 6.]

Inhalt. Allgemeines. Das Wesen der Philosophie: W. Dilthey. — Die einzelnen Teilgebiete. I. Logik und Erkenntnistheorie: A. Riehl. II. Metaphysik: W. Wundt. III. Naturphilosophie: W. Ostwald. IV. Psychologie: H. Ebbinghaus. V. Philosophie der Geschichte: R. Eucken. VI. Ethik: Fr. Paulsen. VII. Pädagogik: W. Münch. VIII. Ästhetik: Th. Lipps. — Die Zukunftsaufgaben der Philosophie: Fr. Paulsen.

Die oriental. Literaturen. Geh.*) M. 10.—. [1906. Teil I, Abt. 7.]

Inhalt. Die Anfänge der Literatur und die Literatur der primitiven Völker: E. Schmidt. — Die ägyptische Literatur: A. Erman. — Die babylonisch-assyrische Literatur: C. Bezold. — Die israelitische Literatur: H. Gunkel. — Die aramäische Literatur: Th. Nöldeke. — Die äthiop. Literatur: Th. Nöldeke. — Die arab. Literatur: M. J. de Goeje. — Die ind. Literatur: R. Pischel. — Die altpers. Literatur: K. Geldner. — Die mittelpers. Literatur: P. Horn. — Die neupers. Literatur: P. Horn. — Die türkische Literatur: P. Horn. — Die armenische Literatur: F. N. Finck. — Die georg. Literatur: F. N. Finck. — Die chines. Literatur: W. Grube. — Die japan. Literatur: K. Florenz.

Die griechische und lateinische Literatur und Sprache. Geh.*) M. 12.—. [3. Auflage. 1912. Teil I, Abt. 8.]

Inhalt: I. Die griechische Literatur und Sprache: Die griech. Literatur des Altertums: U. v. Wilamowitz-Moellendorff. — Die griech. Literatur des Mittelalters: K. Krumbacher. — Die griech. Sprache: J. Wackernagel. — II. Die lateinische Literatur und Sprache: Die römische Literatur des Altertums: Fr. Leo. — Die latein. Literatur im Übergang vom Altertum zum Mittelalter: E. Norden. — Die latein. Sprache: F. Skutsch.

Die osteuropäischen Literaturen u. die slawischen Sprachen. Geh.*) M. 10.—. [1908. Teil I, Abt. 9.]

Inhalt: Die slawischen Sprachen: V. v. Jagić. — Die slawischen Literaturen. I. Die russische Literatur: A. Wesselovsky. — II. Die poln. Literatur: A. Brückner. III. Die böhm. Literatur: J. Máchal. IV. Die südslaw. Literaturen: M. Murko. — Die neugriech. Literatur: A. Thumb. — Die finnisch-ugr. Literaturen. I. Die ungar. Literatur: F. Riedl. II. Die finn. Literatur: E. Setälä. III. Die estn. Literatur: G. Suits. — Die litauisch-lett. Literaturen. I. Die lit. Literatur: A. Bezzenberger. II. Die lett. Literatur: E. Wolter.

Die romanischen Literaturen und Sprachen. Mit Einschluß des Keltischen. Geh.*) M. 12.—. [1908. Teil I, Abt. 11, I.]

Inhalt: I. Die kelt. Literaturen. 1. Sprache u. Literatur im allgemeinen: H. Zimmer. 2. Die einzelnen kelt. Literaturen. a) Die ir.-gäl. Literatur: K. Meyer. b) Die schott.-gäl. u. die Manx-Literatur. c) Die kymr. (walis.) Literatur. d) Die korn. u. die breton. Literatur: L. Ch. Stern. II. Die roman. Literaturen: H. Morf. III. Die roman. Sprachen: W. Meyer-Lübke.

Allgemeine Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte. I. Hälfte. Geh.*) M. 10.—. [1911. Teil II, Abt. 2, I.]

Inhalt: Einleitung. Die Anfänge der Verfassung und der Verwaltung und die Verfassung und Verwaltung der primitiven Völker: A. Vierkandt. A. Die orientalische Verfassung und Verwaltung: 1. des orientalischen Altertums: L. Wenger, 2. des Islams: M. Hartmann, 3. Chinas: O. Franke, 4. Japans: K. Rathgen. — B. Die europäische Verfassung und Verwaltung (1. Hälfte): 1. des europäischen Altertums: L. Wenger, 2. der Germanen und des Deutschen Reiches bis zum Jahre 1806: A. Luschin v. Ebengreuth.

Staat u. Gesellschaft d. Griechen u. Römer. M. 8.—*). [1910. II, 4, I.]

Inhalt: I. Staat und Gesellschaft der Griechen: U. v. Wilamowitz-Moellendorff — II. Staat und Gesellschaft der Römer: B. Niese.

Staat u. Gesellschaft d. neueren Zeit. M. 9.—*). [1908. Teil II, 5, I.]

Inhalt: I. Reformationszeitalter. a) Staatensystem und Machtverschiebungen. b) Der moderne Staat und die Reformation. c) Die gesellschaftlichen Wandlungen und die neue Geisteskultur: F. v. Bezold. — II. Zeitalter der Gegenreformation: E. Gothein. — III. Zur Höhezeit des Absolutismus. a) Tendenzen, Erfolge und Niederlagen des Absolutismus. b) Zustände der Gesellschaft. c) Abwandlungen des europäischen Staatensystems: R. Koser.

Allgem. Rechtsgeschichte. [1913. Teil II, Abt. 7, I. Unt. d. Presse.]

Inhalt: Die Anfänge des Rechts: J. Kohler — Orientalisches Recht im Altertum: L. Wenger. — Europäisches Recht im Altertum: L. Wenger.

Systematische Rechtswissenschaft. Geh.*) ca. M. 14.—. [2. Auflage 1913. Unter der Presse. Teil II, Abt. 8.]

Inhalt: I. Wesen des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler. II. Die einzelnen Teilgebiete: A. Privatrecht. Bürgerliches Recht: R. Sohm. — Handels- und Wechselrecht: K. Gareis. — Internationales Privatrecht: L. v. Bar. B. Zivilprozeßrecht: L. v. Seuffert. C. Strafrecht u. Strafprozeßrecht: F. v. Liszt. D. Kirchenrecht: W. Kahl. E. Staatsrecht: P. Laband. F. Verwaltungsrecht. Justiz und Verwaltung: G. Anschütz — Polizei- und Kulturpflege: E. Bernatzik. G. Völkerrecht: F. von Martitz. III. Die Zukunftsaufgaben des Rechtes und der Rechtswissenschaft: R. Stammler.

Allgemeine Volkswirtschaftslehre. Von W. Lexis. Geh.*) M. 7.—, [2. Auflage. 1913. Teil II, Abt. 10, I.]

TEIL III: Die mathematischen, naturwissenschaftlichen und medizinischen Kulturgebiete.

Die Mathematik im Altertum und im Mittelalter: H. G. Zeuthen. Geh. M. 3.—. [1912. Abt. I. Lfrg. 1.]

Chemie einschl. Kristallographie u. Mineralogie. Bandredakt.: E. v. Meyer u. F. Rinne. Mit Abb. Geh.*) M. 18.—. [1913. Abt. III., 2.]

Inhalt: Entwickelung der Chemie von Robert Boyle bis Lavoisier [1660—1793]: E. v. Meyer. — Die Entwicklung der Chemie im 19. Jahrhundert durch Begründung und Ausbau der Atomtheorie: E. v. Meyer. — Anorganische Chemie: C. Engler und L. Wöhler. — Organische Chemie: O. Wallach. — Physikalische Chemie: R. Luther und W. Nernst. — Photochemie: R. Luther. — Elektrochemie: M. Le Blanc. — Beziehungen der Chemie zur Physiologie: A. Kossel. — Beziehungen der Chemie zum Ackerbau: †O. Kellner und R. Immendorf. — Wechselwirkungen zwischen der chemischen Technik: O. Witt. — Kristallographie und Mineralogie: Fr. Rinne.

Zellen- u. Gewebelehre, Morphologie u. Entwicklungsgesch.
1. Botan. Teil. Mit Abb. Geh.*) M. 10.—. [1913. Abt. IV., Bd. 2, I.]
2. Zoolog. Teil. Mit Abb. Geh.*) M. 16.—. [1913. Abt. IV., Bd. 2, II.]

Inhalt des botanischen Teils (Bandred. E. Strasburger): Pflanzl. Zellen- und Gewebelehre: E. Strasburger. — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen: W. Benecke.
Inhalt des zoologischen Teils (Bandred. O. Hertwig): Die einzelligen Organismen: R. Hertwig. — Zellen und Gewebe des Tierkörpers: H. Poll. — Allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere: O. Hertwig. — Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen: K. Heider. — Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere: F. Keibel. — Morphologie der Wirbeltiere: E. Gaupp.

Unter der Presse befinden sich:

Abt. I, Lfrg. 2: Die Beziehungen der Mathematik zur allgemeinen Kultur: A. Voß. — Mathematik und Philosophie: A. Voß. — Lfrg. 3: Die Verbreitung mathemat. Auffassungen und Kenntnisse: H. E. Timerding.
Abt. III, 1: **Physik.** Bandred.: E. Warburg.
Bd. 3: **Astronomie.** Bandred.: J. Hartmann.
Abt IV, Bd. 4: **Abstammungslehre, Systematik, Paläontologie, Biogeographie.** Bandredakt.: R. v. Hertwig u. R. v. Wettstein.
Abt. VII, Band 1: **Naturphilosophie.** Bandredakt.: C. Stumpf. Bearb. von E. Becher.

TEIL IV: Die technischen Kulturgebiete.

Technik d. Kriegswesens. Mit Abb. Geh.*) M. 24.—. [1913. Bd. 12.]

Inhalt (Bandredakt. M. Schwarte): Kriegsvorbereitung, Kriegsführung: M. Schwarte. — Waffentechnik, a) in ihren Beziehungen zur Chemie: O. Poppenberg; b) in ihren Beziehungen z. Metallurgie: W. Schwinning; c) in ihren Bezieh. z. Konstruktionslehre: W. Schwinning: — d) in ihren Beziehungen zur optischen Technik: O. von Eberhard; e) in ihren Beziehungen zur Physik und Mathematik: O. Becker. — Technik des Befestigungswesens: J. Schröter. — Kriegsschiffbau: O. Kretschmer. — Vorbereitung für den Seekrieg u. Seekriegsführung: M. Glatzel. — Einfluß d. Kriegswesens auf die Gesamtkultur: A. Kersting.

Probeheft mit Inhaltsübersicht des Gesamtwerkes, mit Probeabschnitten, Resümees, Inhaltsverzeichnissen und Besprechungen der Bände steht umsonst zur Verfügung bei B. G. TEUBNER, Leipzig, Poststraße 3.

Schaffen und Schauen

Dritte Auflage **Ein Führer ins Leben** Zweite Auflage

1. Band: **Von deutscher Art und Arbeit**

2. Band: **Des Menschen Sein und Werden**

Unter Mitwirkung von

R. Bürkner · J. Cohn · H. Dade · R. Deutsch · A. Dominicus · K. Dove · E. Fuchs
P. Klopfer · E. Koerber · O. Lyon · E. Maier · Gustav Maier · E. v. Maltzahn
† A. v. Reinhardt · F. A. Schmidt · O. Schnabel · G. Schwamborn
G. Steinhausen · E. Teichmann · A. Thimm · E. Wentscher · A. Witting
G. Wolff · Th. Zielinski Mit 8 allegorischen Zeichnungen von Alois Kolb

Jeder Band in Leinwand gebunden M. 5.—

Nach übereinstimmendem Urteile von Männern des öffentlichen Lebens und der Schule, von Zeitungen und Zeitschriften der verschiedensten Richtungen löst „Schaffen und Schauen" in erfolgreichster Weise die Aufgabe, die deutsche Jugend in die Wirklichkeit des Lebens einzuführen und sie doch in idealem Lichte sehen zu lehren.

Bei der Wahl des Berufes hat sich „Schaffen und Schauen" als ein weitblickender Berater bewährt, der einen Überblick gewinnen läßt über all die Kräfte, die das Leben unseres Volkes und des Einzelnen in Staat, Wirtschaft und Technik, in Wissenschaft, Weltanschauung und Kunst bestimmen.

Zu tüchtigen Bürgern unsere gebildete deutsche Jugend werden zu lassen, kann „Schaffen und Schauen" helfen, weil es nicht Kenntnis der Formen, sondern Einblick in das Wesen und Einsicht in die inneren Zusammenhänge unseres nationalen Lebens gibt und zeigt, wie mit ihm das Leben des Einzelnen aufs engste verflochten ist.

Im ersten Bande werden das deutsche Land als Boden deutscher Kultur, das deutsche Volk in seiner Eigenart, das Deutsche Reich in seinem Werden, die deutsche Volkswirtschaft nach ihren Grundlagen und in ihren wichtigsten Zweigen, der Staat und seine Aufgaben, für Wehr und Recht, für Bildung wie für Förderung und Ordnung des sozialen Lebens zu sorgen, die bedeutsamsten wirtschaftspolitischen Fragen und die wesentlichsten staatsbürgerlichen Bestrebungen, endlich die wichtigsten Berufsarten behandelt.

Im zweiten Bande werden erörtert die Stellung des Menschen in der Natur, die Grundbedingungen und Äußerungen seines leiblichen und seines geistigen Daseins, das Werden unserer geistigen Kultur, Wesen und Aufgaben der wissenschaftlichen Forschung im allgemeinen wie der Geistes- und Naturwissenschaften im besonderen, die Bedeutung der Philosophie, Religion und Kunst als Erfüllung tiefwurzelnder menschlicher Lebensbedürfnisse und endlich zusammenfassend die Gestaltung der Lebensführung auf den in dem Werke dargestellten Grundlagen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. R. Hesse und **Dr. F. Doflein**

Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin — Professor der Zoologie an der Universität Freiburg i. Br.

Tierbau und Tierleben

in ihrem Zusammenhang betrachtet

2 Bände. Lex.-8.

Mit Abbildungen und Tafeln in Schwarz-, Bunt- und Lichtdruck.

In Original-Ganzleinen geb. je M. 20.—,
in Original-Halbfranz je M. 22.—

I. Band. **Der Tierkörper als selbständiger Organismus.** Von R. Hesse. Mit 480 Abbild. u. 15 Tafeln. [XVII u. 789 S.] 1910.

II. Band. **Das Tier als Glied des Naturganzen.** Von F. Doflein. Mit ca. 500 Abbild., 8 farbigen und zahlr. schwarzen Tafeln. [Unter der Presse.]

Aus den Besprechungen:

„Der wissenschaftliche Charakter des Werkes und die ruhige, sachliche Darstellung, die sich von allen phantastischen Abschweifungen, wie sie in der gegenwärtigen biologischen Literatur so häufig sind, freihält, verdienen volle Anerkennung. Dabei ist das Werk so klar und populär geschrieben, daß sich auf den Leser unwillkürlich die Liebe des Verfassers zu seinem Gegenstande überträgt und er sich ohne Mühe auch zu den verwickelten Einzelfragen führen läßt. Eine ungewöhnlich große Anzahl von Abbildungen erleichtert das Verständnis und bildet nicht nur einen Schmuck, sondern einen wesentlichen Bestandteil des ausgezeichneten Buches." **(Deutsche Rundschau.)**

„Man wird dieses groß angelegte, prächtig ausgestattete Werk, das einem wirklichen Bedürfnis entspricht, mit einem Gefühl hoher Befriedigung durchgehen. Es ist wieder einmal eine tüchtige und originelle Leistung. ... Eine Zierde unserer naturwissenschaftlichen Literatur. ... Es wird rasch seinen Weg machen. Wir können es seiner Originalität und seiner Vorzüge wegen dem gebildeten Publikum nur warm empfehlen. Ganz besonders aber begrüßen wir sein Erscheinen im Interesse des naturgeschichtlichen Unterrichts." **(Prof. C. Keller in der „Neuen Zürcher Zeitung".)**

„... Der erste Band von R. Hesse liegt vor, in prächtiger Ausstattung und mit so gediegenem Inhalt, daß wir dem Verfasser für die Bewältigung seiner schwierigen Aufgabe aufrichtig dankbar sind. Jeder Zoologe und jeder Freund der Tierwelt wird dieses Werk mit Vergnügen studieren, denn die moderne zoologische Literatur weist kein Werk auf, welches in dieser großzügigen Weise alle Seiten des tierischen Organismus so eingehend behandelt. Hesses Werk wird sich bald einen Ehrenplatz in jeder biologischen Bibliothek erobern." **(L. Plate im Archiv f. Rassen- u. Gesellschafts-Biologie.)**

„**Ein in jeder Hinsicht ausgezeichnetes Werk.** Es vereinigt sachliche, streng wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes mit klarer, jedem, der in rechter Mitarbeit an das Werk herantritt, verständlicher Darstellung. Jeder wird das Buch mit großem Gewinn und trotzdem großem Genuß lesen und Einblick in den Ernst der Wissenschaft gewinnen. Das schöne Werk darf als **Muster volkstümlicher Behandlung wissenschaftlicher Probleme** bezeichnet werden." **(Lit. Jahresbericht des Dürerbundes.)**

Ausführl. Prospekt vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig

Künstlerischer Wandschmuck für das deutsche Haus

B.G.Teubners farbige Künstler-Steinzeichnungen

(Original-
Gemälden.
lerischem W
sich in vor

Die Samm
wie: Karl
Karl Biese,
Hoch, F.
Otto Leib
Schneider,

,ästh
unge
Hau
wirk
stän
fördern wir es,

Vollständiger Katalog der Künstler-Steinzeichnungen mit farbiger Wiedergabe von ca. 200 Blättern gegen Einsend. von 40 Pf. (Ausland 50 Pf.) vom Verlag B. G. Teubner, Leipzig, Poststr. 3

University of Toronto Library

DO NOT REMOVE THE CARD FROM THIS POCKET

Acme Library Card Pocket
LOWE-MARTIN CO. LIMITED

565239
Janson, Otto
Das Meer, seine Erforschung und sein Leben.
3.Aufl.
G
J
NAME OF BORROWER
DATE

UTL AT DOWNSVIEW
D RANGE BAY SHLF POS ITEM C
39 16 11 06 02 008 9